

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日                      2004年 1月30日  
Date of Application:

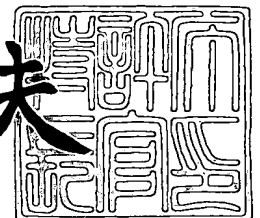
出願番号                      特願2004-022814  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [JP 2004-022814]

出願人                      富士通株式会社  
Applicant(s):

2004年 2月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号    出証特2004-3012130

【書類名】 特許願  
【整理番号】 0353194  
【提出日】 平成16年 1月30日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G06F 15/72  
G06F 3/153  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社  
    内  
    【氏名】 木寺 雅如  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005223  
    【氏名又は名称】 富士通株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100094514  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 林 恒徳  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100094525  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 土井 健二  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003- 93868  
    【出願日】 平成15年 3月31日  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 030708  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9704944

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影する際に、前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行う陰線処理方法であって、

前記 3 次元モデルを構成する部品に属する複数のポリゴンのそれぞれに対し、視点座標系において各頂点の Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  を求め、

前記求められた最大値  $PZ_{max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートし、

前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の 2 端点のうち視点座標系における Z 軸方向成分の小さな方の値  $LZ_{min}$  を求め、

任意の線分の前記求められた Z 軸方向成分のうち小さな方の値  $LZ_{min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンの Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  とを比較し、

$LZ_{min} \geq PZ_{max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避する

ことを特徴とする陰線処理方法。

**【請求項 2】**

複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影する際に、前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行う陰線処理方法であって、

3 次元モデルを構成する複数のポリゴンのそれぞれを 2 次元平面に投影する時の投影面積の大きい順に求められた所定数のポリゴンを含む優先ポリゴン群と、陰線判定中の線分が属する部品を構成する複数のポリゴン群に対し、

前記優先ポリゴン群及び、前記部品を構成する複数のポリゴン群の順に、

それぞれのポリゴンに対し、視点座標系において各頂点の Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  を求め、

前記求められた最大値  $PZ_{max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートし、

前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の 2 端点のうち視点座標系における Z 軸方向成分の小さな方の値  $LZ_{min}$  を求め、

任意の線分の前記求められた Z 軸方向成分のうち小さな方の値  $LZ_{min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンの Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  とを比較し、

$LZ_{min} \geq PZ_{max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避する

ことを特徴とする陰線処理方法。

**【請求項 3】**

複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影する際に、前記 3 次元モデルの内側のみを表示するときに現れる前記 3 次元モデルの稜線または輪郭線を内部線として特定する方法であって、

前記 3 次元モデルの稜線または輪郭線を共通辺として持つ 2 つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルの Z 軸方向の値を判断し、

前記法線ベクトルの方向の判断により前記 2 つのポリゴンの何れの法線ベクトルの Z 軸方向の値が、0 以下である場合、前記共通辺を内部線と判定する

ことを特徴とする内部線を特定する方法。

**【請求項 4】**

請求項 3 において、

さらに、前記法線ベクトルの方向の判断により前記 2 つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルの Z 軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記 2 つのポリゴンの Z 軸方向の位置関係を判定し、

視点側に存在するポリゴンの法線ベクトルが負であるとき、前記共通辺を内部線と判定する

ことを特徴とする内部線を特定する方法。

**【請求項 5】**

複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルの断面を内部が詰まった状態で 2 次元平面

に投影する方法において、

前記 3 次元モデルの稜線または輪郭線を共通辺として持つ 2 つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルの Z 軸方向の値を判断し、

前記法線ベクトルの方向の判断により前記 2 つのポリゴンの何れの法線ベクトルの Z 軸方向の値が、0 以下である場合、前記共通辺を内部線と判定し、

前記判定された内部線を前記 2 次元平面に投影される線画の表示の対象から削除することにより前記 3 次元モデルの断面の内部が詰まった状態で表示される様にした

ことを特徴とする投影方法。

#### 【請求項 6】

複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影して 2 次元画像を生成する情報処理装置であって、

前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行うプログラム及びプログラムデータを格納するメモリと、

前記メモリに格納されたプログラムを読み出し実行するプログラム実行制御手段と、

前記プログラム実行制御手段により実行制御されるプログラムにより生成された 2 次元画像を出力表示する表示装置を有し、

前記プログラム実行制御手段は、前記メモリの格納されたプログラムに従い、プログラムデータに基づき、前記 3 次元モデルを構成する部品に属する複数のポリゴンのそれぞれに対し、視点座標系において各頂点の Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  を求め、

前記求められた最大値  $PZ_{max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートし、

前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の 2 端点のうち視点座標系における Z 軸方向成分の小さな方の値  $LZ_{min}$  を求め、

任意の線分の前記求められた Z 軸方向成分のうち小さな方の値  $LZ_{min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンの Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  とを比較し、更に

$LZ_{min} \geq PZ_{max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避する処理を行うことを特徴とする情報処理装置。

#### 【請求項 7】

複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影して 2 次元画像を生成する情報処理装置であって、

前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行うプログラム及びプログラムデータを格納するメモリと、

前記メモリに格納されたプログラムを読み出し実行するプログラム実行制御手段と、

前記プログラム実行制御手段により実行制御されるプログラムにより生成された 2 次元画像を出力表示する表示装置を有し、

前記プログラム実行制御手段は、前記メモリの格納されたプログラムに従い、プログラムデータに基づき、3 次元モデルを構成する複数のポリゴンのそれぞれを 2 次元平面に投影する時の投影面積の大きい順に求められた所定数のポリゴンを含む優先ポリゴン群と、陰線判定中の線分が属する部品を構成する複数のポリゴン群に対し、

前記優先ポリゴン群及び、前記部品を構成する複数のポリゴン群の順に、

それぞれのポリゴンに対し、視点座標系において各頂点の Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  を求め、

前記求められた最大値  $PZ_{max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートし、

前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の 2 端点のうち視点座標系における Z 軸方向成分の小さな方の値  $LZ_{min}$  を求め、

任意の線分の前記求められた Z 軸方向成分のうち小さな方の値  $LZ_{min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンの Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  とを比較し、

$LZ_{min} \geq PZ_{max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避する処理を行う

ことを特徴とする情報処理装置。

【請求項 8】

複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影して 2 次元画像を生成する情報処理装置において実行制御され、前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行うプログラムであって、

プログラム実行制御手段に、メモリに格納されたプログラムデータに基づき、3 次元モデルを構成する部品に属する複数のポリゴンのそれぞれに対し、視点座標系において各頂点の Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  を求めさせ、

前記求められた最大値  $PZ_{max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートさせ、

前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の 2 端点のうち視点座標系における Z 軸方向成分の小さな方の値  $LZ_{min}$  を求めさせ、

任意の線分の前記求められた Z 軸方向成分のうち小さな方の値  $LZ_{min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンの Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  とを比較させ、更に、

$LZ_{min} \geq PZ_{max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避する処理を行わせることを特徴とするプログラム。

【請求項 9】

複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影して 2 次元画像を生成する情報処理装置において実行制御され、前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行うプログラムであって、

プログラム実行制御手段に、メモリから読み出されるプログラムデータに基づき、3 次元モデルを構成する複数のポリゴンのそれぞれを 2 次元平面に投影する時の投影面積の大きい順に求められた所定数のポリゴンを含む優先ポリゴン群と、陰線判定中の線分が属する部品を構成する複数のポリゴン群に対し、前記優先ポリゴン群及び、前記部品を構成する複数のポリゴン群の順に、それぞれのポリゴンに対し、視点座標系において各頂点の Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  を求めさせ、

前記求められた最大値  $PZ_{max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートさせ、

前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の 2 端点のうち視点座標系における Z 軸方向成分の小さな方の値  $LZ_{min}$  を求めさせ、

任意の線分の前記求められた Z 軸方向成分のうち小さな方の値  $LZ_{min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンの Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  とを比較し、

$LZ_{min} \geq PZ_{max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避する処理を行わせることを特徴とするプログラム。

**【書類名】 明細書**

**【発明の名称】** 複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影する際の陰線を消去する陰線処理方法

**【技術分野】****【0001】**

本発明は、3 次元画像データの 2 次元データへの変換における陰線処理方法に関する。特に、ポリゴンで構成される 3 次元画像データを 2 次元データに変換する際に、高速処理可能に陰線を処理する処理方法、情報処理装置及び前記処理方法を実行制御するプログラムに関する。

**【背景技術】****【0002】**

近年、工業製品の開発において 3 次元 CAD および機構シミュレータが普及してきている。これに伴い製品の形状認識などは、仮想 3 次元空間座標データを有するモデルとして扱うことが多くなってきている。

**【0003】**

一方、製造現場においては、モデルを観察把握する際に、ディスプレイ上の表示画面、あるいは組立指示書を多く利用しているのが実状である。したがって、3 次元座標データで表されるモデルを、ある方向からディスプレイの 2 次元平面に投影して線画を表示し、あるいは組立指示書面として作成することが要求される。

**【0004】**

ここで、2 次元平面に投影されるモデルあるいは、組立指示書面に作画されるモデルが、複数の部品により組み立てられており、且つそれぞれの部品が複数のポリゴンにより構成されている場合、前記モデルは、外観表面に現れない部品を構成するポリゴン及び線分データを有している。

**【0005】**

したがって、単にモデルに含まれるポリゴンの 3 次元データを 2 次元データに変換してディスプレイ画面上に線画像として表示し、あるいは組立指示書面上に作画する場合は、モデルの表面に隠れる線及び面をも表示することになる。このような場合にあっては、表示されるモデル画像あるいは、組立指示書面に作画されるモデル像は見難いものになってしまう。

**【0006】**

そのために、表示が不要である線分あるいは面を表示しないようにするための陰線処理及び陰面処理機能は形状を認識しやすくするために必要な技術である。かかる陰線処理及び陰面処理技術として、Z バッファ法やスキャンライン法が知られている。Z バッファ法は、3 次元空間に対応するようなバッファメモリを持ち、モデルを構成する複数のポリゴンの有する 3 次元座標をソートして、視点側に近い座標を有するポリゴンを優先表示する方法である。したがって、優先表示されるポリゴンより遠い座標を有するポリゴンは表示されない。すなわち、陰面が消去処理される。

**【0007】**

また、スキャンライン法は、モデルを高さ方向にスライスして、その断面について、視線による走査を行うことにより、陰面消去処理を行う方法である。

**【0008】**

しかし、これら従来技術では、次のような不都合が存在する。第 1 の Z バッファ法では、ラスタデータの陰線・陰面処理を Z バッファ等の公知の技術により短時間でイメージを作成することが可能であるが、図面や組立指示書等を作成する際、特定の線分を拡大・縮小・色変更するといった操作が不可能である。かかる点により、2 次元データへの変換過程において操作性や表示品質に問題がある。

**【0009】**

第 2 のスキャンライン法による場合は、ベクタデータを図面や組立指示書に利用すると、Z バッファ法における上記の問題は回避され操作性がよく好ましいものであるが、陰線

・陰面処理を解析的に行う必要があり、多大なメモリ消費と処理時間を要するといった問題があり、大規模な3次元座標モデルに適用することが困難である。

【0010】

かかる点から、先に本出願人により、視点に対して表側を向いている面のみを陰面処理の対象として選択することにより処理対象としてポリゴンの数を減らし、処理の高速化を図る方法が提案されている(特許文献1)。

【0011】

また、他の陰面処理に関する技術として、回転するオブジェクトの画像処理を対象とし、ポリゴン面法線ベクトルと回転処理された視線ベクトルとを内積し、その内積値によりポリゴンの可視、非可視を決定する回路を備える発明(特許文献2)、Zバッファを設け、X、Y、Zの全3方向で座標の代表値の重なりが検出された場合にZバッファ法により陰面処理を行い、検出されない場合に上書きによる陰面処理を行う発明(特許文献3)が示されている。

【0012】

さらに、本出願人により先に提案された技術として、立体物の三次元形状情報を二次元形状情報に変換する際、前記立体物と交わる任意の境界面に対して一定方向よりある陰線のみを出力するにした発明がある(特許文献4)。

【特許文献1】特開平5-67219号公報

【特許文献2】特開平7-37120号公報

【特許文献3】特開2000-268191号公報

【特許文献4】特開2003-187263号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明の目的は、一例として、上記特許文献1に記載の発明により表側にあるポリゴンを選択し、更に表側にあるポリゴンに隠れる線分の表示を禁止する陰線処理における高速化を図る方法を提供することにある。さらに、前記線分の表示を禁止する陰線処理の対象とする線分の数を削減して処理の高速化を図る陰線処理方法及び、これを適用する情報処理装置及前記陰線処理方法を実行するプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記の課題を達成する本発明に従う陰線処理方法及び、情報処理装置は、第1の態様として、3次元モデルを構成する任意の部品に属する複数のポリゴンのそれぞれに対し、視点座標系において各頂点のZ軸方向成分の最大値 $PZ_{max}$ を求め、前記求められた最大値 $PZ_{max}$ により前記複数のポリゴンを降順にソートし、前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の2端点のうち視点座標系におけるZ軸方向成分の小さな方の値 $LZ_{min}$ を求め、任意の線分の前記求められたZ軸方向成分のうち小さな方の値 $LZ_{min}$ に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンのZ軸方向成分の最大値 $PZ_{max}$ とを比較し、 $LZ_{min} \geq PZ_{max}$ となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避することを特徴とする。

【0015】

上記の課題を達成する本発明に従う陰線処理方法及び、情報処理は、第2の態様として、第1の態様において、前記任意の部品に属する複数のポリゴンは、それらの法線ベクトルが、前記視点座標系の視点からの視線方向と逆向きの成分を有するものであることを特徴とする。

【0016】

上記の課題を達成する本発明に従う陰線処理方法及び、情報処理は、第3の態様として、3次元モデルを構成する複数のポリゴンのそれぞれを2次元平面に投影する時の投影面積の大きい順に求められた所定数のポリゴンを含む優先ポリゴン群と、前記3次元モデルを構成する任意の部品に属する複数のポリゴンを含む自部品ポリゴン群に対し、前記優

先ポリゴン群及び、自部品ポリゴン群の順に、それぞれのポリゴンに対し、視点座標系において各頂点のZ軸方向成分の最大値  $PZ_{\max}$  を求め、前記求められた最大値  $PZ_{\max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートし、前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の2端点のうち視点座標系におけるZ軸方向成分の小さな方の値  $LZ_{\min}$  を求め、任意の線分の前記求められたZ軸方向成分のうち小さな方の値  $LZ_{\min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンのZ軸方向成分の最大値  $PZ_{\max}$  とを比較し、 $LZ_{\min} \geq PZ_{\max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避することを特徴とする。

【0017】

上記の課題を達成する本発明に従う陰線処理方法及び、情報処理は、第4の態様として、第1又は、3の態様において、前記任意の線分は、それぞれの法線ベクトルの成す角が  $0^\circ$  若しくは  $0^\circ$  近傍にない隣接するポリゴンに共通する一辺であることを特徴とする。

【0018】

上記の課題を達成する本発明に従う陰線処理方法及び、情報処理装置は、第5の態様として、第1又は、3の態様において、更に、前記複数のポリゴンのそれぞれを2次元平面に投影したときの、前記ポリゴンの頂点を内包する包含円を定義し、前記線分が陰線となるか否かの判定が回避されていないポリゴンに対し、前記ポリゴンに対応する包含円に任意の線分の一部が交差するか否かを判定し、前記包含円に任意の線分の一部が交差する場合に、前記2次元平面における線分の投影を消去することを特徴とする。

【0019】

上記の課題を達成する本発明に従う内部線を特定する方法及び、情報処理装置の第1の態様は、複数のポリゴンから構成される3次元モデルを2次元平面に投影する際に、前記3次元モデルの内側のみを表示するときに現れる前記3次元モデルの稜線または輪郭線を内部線として特定する方法であって、前記3次元モデルの稜線または輪郭線を共通辺として持つ2つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルのZ軸方向の値を判断し、前記法線ベクトルの方向の判断により前記2つのポリゴンの何れの法線ベクトルのZ軸方向の値が、0以下である場合、前記共通辺を内部線と判定することを特徴とする。

【0020】

上記の課題を達成する本発明に従う内部線を特定する方法及び、情報処理装置の第2の態様は、内部線を特定する方法の第1の態様において、さらに、前記法線ベクトルの方向の判断により前記2つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルのZ軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記2つのポリゴンの一方のポリゴンの頂点が他方のポリゴン内にあり、且つ前記一方のポリゴンの頂点のZ軸方向の値が、前記他方のポリゴンの頂点のZ軸方向の値より大きく、法線ベクトルの方向が負であるとき前記共通辺を内部線と判定することを特徴とする。

【0021】

本発明の特徴は、以下に図面に従い説明される実施の形態例から更に明らかになる。

【発明の効果】

【0022】

本発明によりポリゴンに隠れる線分の表示を禁止する陰線処理における高速化を図り、全処理の時間を大幅に削減することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下に図面に従い、本発明の実施の形態例を説明する。なお、図面に示す実施の形態例は、本発明の理解のためのものであって、本発明の技術的範囲がこれに限定されるものではない。

【0024】

図1は、本発明の3次元画像データの2次元データへの変換における陰線処理方法を実施するCAD装置として用いられる情報処理装置の構成例ブロック図である。ROM1に本発明方法を制御するプログラムとプログラムデータが格納される。プログラム実行制御



手段としてのCPU 2は、このプログラムをROM 1から読み出し実行制御する。RAM 3は、陰線処理方法における途中の計算処理過程におけるデータを一時格納するメインメモリである。

#### 【0025】

入力手段4は、オペレータによって操作され、陰線処理方法の実行過程において、適宜必要とするデータの入力を行う。出力手段5は、表示装置、プリンタ、データファイル等を含むものであり、変換前の3次元座標モデルを表示し、また、変換後の出力として表示装置に表示し、または、プリンタで書面に出力が行われる。

#### 【0026】

図2、図3は、本発明に従う陰線処理方法の処理過程を示すフロー図である。かかる処理過程を実行するプログラムは、図1のシステム図におけるROM 1に格納されている。

#### 【0027】

##### 〔前処理〕

処理の前提として前処理（処理工程P 1）が実行される。この前処理の内容は次の様である。

#### 【0028】

先ず、前記プログラムデータに基づき3次元モデルを構成する要素を図4に示すように、ツリー状に分解する。図4は、実施の形態例としてCDROMドライブ装置の例を示す3次元モデルである。

#### 【0029】

図4において、図4Aは完成体としてのCDROMドライブ装置100を構成するアセンブリ（組立部品）のそれぞれをツリー状にノードごとに分岐して階層化して示す図である。図4Bは、図4Aのツリーに対応付けられたアセンブリ・データの階層構造を示す図である。

#### 【0030】

3次元モデルとしてのCDROMドライブ装置(CDROM)100は、カバー部品(Asm\_Cover)110と動体部品(Asm\_Move)120に分岐される。カバー部品(Asm\_Cover)110は、更にカバー要素A(Cover\_A)111, B(Cover\_B)112, C(Cover\_C)113で構成される。

#### 【0031】

更に、動体部品(Asm\_Move)120は、動体要素A(Move\_A)121とB(Move\_B)122で構成される。

#### 【0032】

ここで、カバー要素A(Cover\_A)111, B(Cover\_B)112, C(Cover\_C)113及び、動体要素A(Move\_A)121とB(Move\_B)122は、最小単位部品であって、これ以上に分解することが出来ない。

#### 【0033】

そして、かかる最小単位部品のみが、それぞれを構成する、頂点に3次元位置座標を含む頂点データを有する複数のポリゴンのデータを有している。したがって、最小単位部品を含む上位の部品は、これらの最小単位部品を構成する複数のポリゴンデータを含むことになる。

#### 【0034】

CDROM装置100は、全ての最小単位部品を構成する3次元座標のポリゴンデータを有するものであり、かかるポリゴンデータを2次元データに変換して表示する場合は、本来隠されるべき不要な線分まで表示されることになる。

#### 【0035】

本発明は、かかる上記の不要な線分を消去する処理を高速化するものであり、次のような前処理を前提とする陰線消去処理を行う。

#### 【0036】

前処理として、先ず、完成体であるCDROM装置100を、2次元面に投影する際に

、視線方向から観察するときに、表面が視線方向に対向するポリゴンのみを選択し、選択されたポリゴンの有する各頂点のZ軸成分の最大値(P Z max値)を取得する。

#### 【0037】

ここで、表面が視線方向に対向するポリゴンのみを選択する方法は、先に述べた特許文献1に記載の方法が適用できる。

#### 【0038】

図5は、2次元平面10にポリゴンを投影したときに、表面が視線方向に対向するポリゴンのみを選択する方法を説明する図であって、視線方向11から観察可能に2次元平面10に投影されるポリゴンを選択する図である。

#### 【0039】

すなわち、複数のポリゴン(図5ではポリゴン12, 13が示されている)の法線ベクトルのZ軸方向成分の符号が図5において正となる、表面が視線方向11に対向するポリゴン(ポリゴン12が対応する)のみを選択する。ポリゴン13の法線のZ軸方向成分は、Z軸と反対向きであるので2次元平面10に投影される場合、裏面が投影されることになるので、選択ポリゴン対象から除外される。

#### 【0040】

次いで、上記のように選択されたポリゴン12を2次元平面10に投影したときの投影面積及び、包含円を求める。図6は、投影面積及び、包含円を説明する図である。図6において、投影面積15は、2次元平面に投影されたポリゴンの面積であって、包含円16は、かかる投影されたポリゴンの頂点を内包する円を意味する。

#### 【0041】

次いで、図6に示すように選択されたポリゴンのそれぞれの投影面積15が求められ、ポリゴン面積の大きい順に所定数(例えば、10個)を特定ポリゴンとして取得し、これらを優先ポリゴン群と定義する。

#### 【0042】

更に、各部品(図4A, 4Bにおいて、最小単位部品111-113, 121, 122)毎に、対応の部品を構成する複数のポリゴンのそれぞれが有する頂点のZ軸座標値の最大値P Z max値を基準に順にソートする。

#### 【0043】

図7は、かかるソートの様子を示す図である。複数n個のポリゴンPG1, PG2...PGnのそれぞれのZ軸座標値の最大値P Z max値の順に並べられている。なお、図7において、左方向にZ軸座標値は大きくなる。

#### 【0044】

##### [線分取得]

上記のような前処理に続いて線分を取得する(処理工程P2)。かかる線分取得の方法は次のように説明される。

#### 【0045】

一辺を共通にする隣接するポリゴンが平面を為す場合は、前記の一辺は、ポリゴン上の線分とは定義しない。なぜならば、隣接するポリゴンのそれぞれの重心に置ける法線のベクトルの為す角度は、0°及び0°近傍にある隣接するポリゴンの面は略連続する平面と考えられるからである。

#### 【0046】

反対に、隣接するポリゴンのそれぞれの重心に置ける法線のベクトルの為す角度が、0°及び0°近傍にない場合の共通辺を線分として取得する。なぜならば、隣接するポリゴンは、共通する一辺を境界として、互いに角度を有して連続しているからである。

#### 【0047】

図8、図9は、これを説明する図である。図8A、図9Aにおいて、一辺Lを共通にして隣接する2つのポリゴンが示されている。そして、2つのポリゴンの、それぞれの重心に置ける法線ベクトルがI、IIである。

#### 【0048】

図8B、図9Bは、一辺Lの方向aに横から観察した時の2つのポリゴンの法線ベクトルI、IIが成す角度bを示している。この図8Bの角度bは、 $0^\circ$ より大きく、一辺Lは、隣接する2つのポリゴンの境界稜線を形成している。したがって、この場合、共通辺Lを線分として取得する。

【0049】

一方、図9Bの場合は、2つのポリゴンの法線ベクトルI、IIは、略平行であり、従って、2つのポリゴンの法線ベクトルI、IIが成す角度bは、 $0^\circ$ 若しくは $0^\circ$ 近傍である。かかる場合は、隣接する2つのポリゴンは連続する平面を成し、共通辺Lを線分として取得しない。

【0050】

[ポリゴン群による線分消去処理]

上記のように取得された線分に対し、ポリゴン群による消去処理を行う。すなわち、2次元平面10に投影表示されるポリゴンにより隠される線分に関しては、2次元平面への投影において、この線分は表示されないように消去を行う。これにより2次元平面に投影されたモデル表示が見易くされる。

【0051】

ここで、ポリゴン群とは、1以上のポリゴンの集合であり、前記の前処理で取得された優先ポリゴン群、自部品ポリゴン群及び、複数の他部品ポリゴン群を指している。

【0052】

優先ポリゴン群は、前記の[前処理]で説明した複数の優先ポリゴンを意味し、自部品ポリゴン群は、取得した線分が属している部品(図4において、部品111-113, 121, 122)を構成している複数のポリゴンを意味する。更に、他部品ポリゴン群は、それ以外の[前処理]で取得したポリゴンを意味する。

【0053】

そして、かかるポリゴン群による線分の消去処理は、図2に示すように、優先ポリゴン群による消去処理(処理工程P3)。自部品ポリゴン群による消去処理(処理工程P4)、次いで、他部品ポリゴン群による消去処理(処理工程P6)の順に行う。この消去処理の順は、任意の線分が消去される可能性がより高い順に対応している。

【0054】

特に、優先ポリゴン群による消去処理は、陰線処理の対象となるポリゴンのうち2次元平面(スクリーン)へ投影した形状の面積(投影面積)が、大きい順に1つ以上選択したものを用いる。これは、投影面積の大きなポリゴンで消去処理を行う方が、投影面積の小さなポリゴンで行うより線分が消去される可能性が高いからである。

【0055】

取得した線分一本の全部分が完全消去された場合は、他のポリゴンで消去処理を行う必要はなく、次の線分の消去過程へ進めるため処理の高速化に繋がる。

【0056】

実施例として、先に説明したように、3次元モデルを構成するポリゴンの内、最終図の出力範囲内に存在し、かつ表面が視点側を向いているポリゴンのうち投影面積が上位となる10個を取得している。

【0057】

しかし、本発明の適用は、かかる線分消去のためのポリゴン群の順位には限定されない。

【0058】

そして、上記のポリゴン群による陰線消去(処理工程P3、4、6)の手順は、共通であり、それぞれ図3に示すフローに従って処理される。代表として優先ポリゴン群による消去処理を例にして、図3の処理を説明する。

【0059】

[優先ポリゴン群による消去処理]

先ず優先ポリゴン群による消去処理(処理工程P3)を行う。図3に示すフローに従っ

て次のように処理する。

【0060】

図3において、線分とポリゴンの位置関係を判定する（処理工程P10）。先に説明した様に、[前処理]の段階で各ポリゴン群単位でポリゴンを視点座標系Z値により降順にソートしてある。

【0061】

したがって、 $LZ_{min} \geq PZ_{max}$  となった場合（なお、 $LZ_{min}$ は線分の両端のいずれかZ値が小さい方の値（視点位置から遠い方）を意味している。 $PZ_{max}$ は該当ポリゴンの頂点のいずれか最大のZ値（視点位置に最も近い頂点を意味している。）、そのポリゴン群に属するポリゴンでの消去処理を回避する。

【0062】

図10は、かかる線分Lとポリゴンの位置関係の判定処理（処理工程P10）を説明する図である。

【0063】

図10において、線分Lの $LZ_{min}$ 値より小さい $PZ_{max}$ 値を有するポリゴンPG3、PG4・・・は線分の消去処理の対象から除外される（処理工程P101、Y）。

【0064】

[簡易陰線処理判定]

次に、前記の消去処理の回避から残された $LZ_{min} < PZ_{max}$ の関係にあるポリゴン（処理工程P101、N）に対して、簡易陰線処理判定を行う（処理工程P11）。

【0065】

先に説明した[前処理]段階で陰線処理に必要なポリゴンのそれぞれの投影図形に対し、包含円16（図6参照）を定義している。

【0066】

スクリーン上（2次元平面）で考えた時、図11に示すように包含円16に内接するポリゴンの外部に線分Lが存在すれば、このポリゴンが線分Lを消去することはないため処理を回避する（処理工程P111、Y）。それ以外の場合、即ち、線分の一部が包含円16の内部にある場合に（処理工程P111、N）、消去処理の対象とする（処理工程P12）。

【0067】

この該当のポリゴンに関する陰線処理（処理工程P12）において、2次元平面に投影される際に、線分はポリゴンに隠され、表示されないように消去される。そして、かかる処理工程P12により線分Lが完全に消去された場合（処理工程P121、Y）、図2に戻り、次の線分の処理に移行する（図2：処理工程P71、N）。

【0068】

一方、一部が消去されていない場合は、対象のポリゴンが存在している限り、次のポリゴンによる陰線処理に移行する（処理工程P122）。対象のポリゴンが存在しない場合は、図2において、次の処理に戻る。

【0069】

[自部品ポリゴン群による消去処理]

図2において、優先ポリゴン群による消去処理（処理工程P3）が終了し、未だ線分の可視部がある場合（処理工程P31、N）、自部品ポリゴン群による消去処理（処理工程P4）が行われる。

【0070】

自部品ポリゴン群は、先に説明したように、取得した線分と同じ部品に属するポリゴンを意味する。例えば、図4において、カバー部品111（cover\_A）に示される線分に対しては、カバー部品111（cover\_A）を構成する複数のポリゴンであって、[前処理]において、選択されているポリゴンである。これらの自部品ポリゴン群に対して、図3に説明した処理フローに従って、1線分を消去する処理が行われる。

【0071】

## [部品包含円・アセンブリ包含円による処理回避]

さらに、自部品ポリゴン群に対する線分消去処理（処理工程 P 4）においても可視部がある場合（処理工程 P 4 1、N）、アセンブリ(部品)円チェックを行う（処理工程 P 5）。

## 【0072】

通常 3 次元 CAD やシミュレータによる 3 次元モデルは、図 4 に示したように最小単位形状を持つ部品 111-113、121、122 及び、複数の部品を集合としたアセンブリ部品 110、120 によるツリー構成を持つ。

## 【0073】

したがって、自部品ポリゴン群に対する線分消去処理（処理工程 P 4）が行われたとしても、完成体である CDR OM 装置 100 を 2 次元面に表示する場合、他部品における線分が表示される可能性がある。これを回避するべくアセンブリ(部品)円チェック処理（処理工程 P 5）を行う。

## 【0074】

アセンブリ(部品)円チェック処理（処理工程 P 5）では、図 4 に示すツリーの各ノードにおいて、部品円（最小単位部品 111-113、121、122 を内接する円）及びアセンブリ円（最小単位部品を含む上位部品 110、120 を内接する円）の内部に線分の一部が存在するかを判定する（処理工程 P 5 1）。

## 【0075】

そして、存在していなければそのノード及びそのノード以下全てのノードの部品での陰線処理を回避する（処理工程 P 5 1、N）。例えば、アセンブリ部品（Asm\_Cover）110 のアセンブリ包含円の線分の一部をスクリーン上で内包していれば、当該線分に付いて、その子ノード以下の部品（Cover\_A, Cover\_B, Cover\_C）111-113 を囲うノード円との位置関係のチェックを実行する。

## 【0076】

該当の部品円の一部を内包している場合に図 3 のフローに従うポリゴン群による消去処理を行う（処理工程 P 6）。

## 【0077】

またアセンブリ部品（Asm\_Move）120 において、そのアセンブリ部品を囲う包含円が線分の一部を内包していない場合は、そのノード自身及びその子ノード以下での消去処理は回避する（図 4 において、X 印で消去処理は回避を示している）。

## 【0078】

なお、3 次元 CAD やシミュレータの中には、3 次元空間上で部品および、そのアセンブリを包含する部品球、アセンブリ球を持つものもあるが、これらの球は、どの位置から投影しても部品を包含しているため、部品円とみなすことができ、上記に説明した処理で対応 S が可能である。

## 【0079】

## [可視部保存]

上記のアセンブリ(部品)円チェック（処理工程 P 5）の過程を経た後に消去されていない部分は、2 次元平面に完成体である CDR OM 装置 100 が投影された場合、可視部分となる。したがって、この線分を記憶部に保存し（処理工程 P 7）、全ての処理を終了する（処理工程 P 7 1）。

## 【0080】

## [三次元モデルの線画情報への高速変換]

ここで上記処理説明において、[前処理]（処理工程 P 1）に続いて[線分取得]（処理工程 P 2）が行われ、取得された線分に対し、[ポリゴン群による線分消去処理]（処理工程 P 3、4、6）が行われる。

## 【0081】

第 1 の考察として、この[ポリゴン群による線分消去処理]の処理時間は、処理対象とされる三次元モデルより作成される線分の数と陰線処理に要するポリゴン数の積に比例す

る。

#### 【0082】

このために、大規模な三次元モデルから線画を作成する際の計算コストが非常に大きくなる。したがって、線分消去処理の対象とする線分を少なくし、高速化する技術が求められる。

#### 【0083】

第2の考察として、図12Aに示すように、ある部品モデル200に対し、任意の基準面Aの片側を非表示にする断面表示機能を有する三次元モデル表示装置において、三次元モデル200を任意の方向から線画（二次元面）に投影する場合、図12Bに示すように基準面Aと三次元形状モデル200の交差する断面部にポリゴンを作成し、その後に図12Cに示すように、隠線処理を行い、モデル内部がソリッド面201に見える線画を作成することが行われる。

#### 【0084】

かかる場合においても、モデル内部がソリッド面201に見える線画を作成することが可能ではあるが、この方法は基準面Aとモデル200が交差する断面形状を認識した後にその断面形状にポリゴンを作成し隠線処理を行う処理が必要となる。かかる場合、先に説明したように、ポリゴンによる隠線処理は多大な計算量を必要とし、より多くの計算処理が必要となる。このためになるべく計算量を少なくするために、取得する線分を少なくする線画作成方法が望まれる。

#### 【0085】

また、第3の考察として、ある任意の基準面の片側を処理する断面表示機能を有する上記の三次元モデル表示装置において、三次元モデルを任意の方向から線画へ投影する場合に基準面Aより処理側を破線などの所定の形式で出力することにより断面形状部とモデル全体の形状を把握しやすい線画として作成する方法が用いられている。このとき、以下のような処理が行なわれる。

#### 【0086】

先ず図13Aに示すように、断面表示しない場合のモデル全体210を表示する線画を作成する。基準面と線画の構成線分の位置関係を計算し、処理側と非処理側にまたがる構成線分を基準面より2つに分け、処理側にある線分を処理線分とし、そうでない線分を可視線分とする。

#### 【0087】

次いで、図13Bに示すように、基準面とモデル210が交差する形状の輪郭部に断面線211を作成する。そして、図13Cに示すように、可視線分212、処理線分213及び、断面線211を所定の形式で出力する。

#### 【0088】

かかる第3の考察において、上記したように、ポリゴンで幾何学的に隠線処理線画を作成するためには（稜線・輪郭線数）×（隠線処理に要するポリゴン数）という計算コストが必要となる。これに加えモデル全体を表示する線画の全構成線分と基準面の位置判定、および断面線の作成が必要となる。モデルが大規模になるほど隠線処理線画の作成コストは大きくなっていくために、なるべく隠線処理のための計算量を少なくするために線画作成方法が望まれる。

#### 【0089】

また、第4の考察として、三次元モデルを投影した2次元線画において互いに干渉しあう部品を表現するために、三次元形状を用いて干渉チェックを行い、干渉点を指示するマークおよび注記などを図面（線画）へ表示することで干渉部位を反映することが行われる。

#### 【0090】

図14Aは、三次元モデル220上に別のモデルであるドライバー221が突き当たる干渉を表示する場合の例である。三次元モデル220とドライバー221との干渉（接触点）部位を対応する位置に表示マーク223を表示している。かかる場合、三次元形状を

用いて干渉チェックを行う必要があり、隠線処理に加え、干渉チェックが必要になり、多大な計算量を必要とする処理を2つ実行する必要がある。

#### 【0091】

これに対し、図14Aに対応して、図14Bに示されるように、三次元モデル300の断面形状の奥側にあつて三次元モデル220と干渉するドライバー221の先端部224を断面形状内部に表示することが可能であれば、干渉チェックを行うことが必要でなくなる。

#### 【0092】

したがって、上記の第1から第4の考察に鑑みて、別の側面から見た本発明の更なる特徴は、隠線処理の対象となる線分の数を減らす処理を行い、前記第1から第4の考察において共通に高速化を図ることにある。以下に、隠線処理の対象となる線分の数を減らす本発明に従う実施例処理を説明する。

#### 【0093】

図15は、三次元モデルにおける稜線・輪郭線及び内部線を説明する図である。図15に示す構造の部品モデルは、第1のグループの線分(A, B, C, D, E, F, G, H, K, M, P, S, V, X)と、第2のグループの線分(i, j, l, n, o, q, r, t, u, w)を有して構成される。

#### 【0094】

このうち、第2のグループの線分が内部線である。かかる内部線は、当然に二次元画面には表示されないものである。したがって、本発明の更なる特徴では、図15に太線で示す線分のみが取得されるようにする。

#### 【0095】

ここで、三次元モデルにおける、隣接するポリゴンの共通辺となる線分について考察する。

#### 【0096】

図16は、それぞれのポリゴンの有する法線ベクトルの向きx、yを説明する図である。図16において、該当ポリゴンの視線方向に向かうベクトルの向きxは、中心の黒点を囲うサークルで表し、該当ポリゴンの視線方向と反対方向に向かうベクトルの向きyは、中心の×印を囲うサークルで表している。

#### 【0097】

一辺を共通にする隣接ポリゴンについて、図16に示す第1のグループIにある4つの法線の方向の態様A, B, C, Dは、三次元モデルではあり得ない。第2のグループIIにある法線の方向態様a, b, c-1, c-2, d-1, d-2があり得る。

#### 【0098】

ここで、図17に一辺を共通にする隣接ポリゴンを一般化して表す。図17において、Lは、稜線・輪郭線である。Piは、該当の稜線・輪郭線を辺に持つポリゴンである。図17では、稜線・輪郭線を共通にする辺Lを持つポリゴンP1、P2が示されている。さらに、NiはポリゴンPiの法線ベクトルである。また、Viは稜線・輪郭線の端点ではないポリゴンPiの頂点である。Eijは稜線・輪郭線ではないポリゴンPiの辺を示している。

#### 【0099】

かかる前提により、図18に本発明の特徴とする部品モデルを構成する線分が内部線であるか否かを判断する処理フローを示す。かかる図18の処理の位置づけは、実施例として図19に示すようである。すなわち、ステップS1でモデル決定により視線方向、出力範囲が決定される。次いで、線分の作成(ステップS2)が行われる。かかる線分の作成過程において、内部線を選択しないようにする図18の処理フローの処理が行われる。その後ステップS3において、先に図2、図3の処理に従い説明した陰線消去の処理が行われる。

#### 【0100】

なお、図18に示す、三次元モデルから取得される線分を少なくするための処理フローは、上記第1の考察に関連して図2、図3の陰線処理フローに対する前処理として実行す

る場合のみではなく、図2、図3の陰線処理フローとは独立して実施することも可能である。例えば、上記第2～第4の考察と関連して実行することも可能である。

#### 【0101】

図18に戻り説明すると、稜線・輪郭線を共通にする辺Lを持つポリゴンP1、P2のそれぞれの法線ベクトル値 $N1z$ と $N2z$ について、正負を判断する(処理工程P200)。法線ベクトル値 $N1z$ と $N2z$ がともに正であれば(処理工程P200、Y)、辺Lは、例えば、図15のモデルに対応して示される図20の透視図において、例えば、辺aと同じであり、更に図16のIIaの態様と同じであり、内部線ではない(処理工程P201)。

#### 【0102】

処理工程P200で、法線ベクトル値 $N1z$ と $N2z$ がともに正であるという条件を満たさない場合(処理工程P200、N)、ともに0または負であるかを判断する(処理工程P202)。法線ベクトル値 $N1z$ と $N2z$ がともに0または負である場合(処理工程P202、Y)は、例えば図20のモデルの辺b、図16のIIbの態様と同じであり、内部線である(処理工程P203)。

#### 【0103】

また、法線ベクトル値 $N1z$ と $N2z$ がともに0または負であるという条件に当てはまらない場合(処理工程P202、N)、視点より二次元面を見た時、ポリゴンP1の頂点V1がポリゴンP2の内部であるか否かを判断する(処理工程P204)。ポリゴンP1の頂点V1がポリゴンP2の内部である場合(処理工程P204、Y)は、図16のIIc-1、IId-1の何れかに該当する。一方、ポリゴンP1の頂点V1がポリゴンP2の内部にない場合(処理工程P204、N)は、図16のIIc-2、IId-2の何れかに該当する。

#### 【0104】

図16のIIc-1、IId-1の何れかに該当する場合、ポリゴンP1とポリゴンP2の法線ベクトル値 $Z1$ 、 $Z2$ の関係が $Z1 > Z2$ であれば(処理工程P205、Y)、ポリゴンP1をPfとし(c-1)、法線ベクトル値 $Z2 > Z1$ であれば(処理工程P205、N)、ポリゴンP2をPfとする(d-1)。

#### 【0105】

さらに、図16のIIc-2、IId-2の何れかに該当する場合であって、視点より三次元で観察したとき、ポリゴンP2の辺E21の一部または、辺E22の一部がポリゴンP1により隠される場合(処理工程P6、Y)は、ポリゴンP1をPfとする(c-2)。ポリゴンP2の辺E21の一部及び辺E22の一部もポリゴンP1により隠されていない場合(処理工程P206、N)は、ポリゴンP2をPfとする(d-2)。

#### 【0106】

次いで、Pfの法線ベクトルz成分 $Nfz$ が、正である場合(処理工程P207、Y)、図16、IIc-1、IIc-2の形態に対応し、内部線ではない。例えば、図20の稜線cに該当し、内部線ではない(処理工程P208)。

#### 【0107】

反対に、Pfの法線ベクトルz成分 $Nfz$ が、0または負である場合(処理工程P207、N)、内部線であると判断でき、例えば、図20の稜線dに該当し、内部線である。(処理工程P209)。

#### 【0108】

この様に内部線を予め特定して、これを取得しないようにすることにより、線分消去の対象から外すことができ、[ポリゴン群による線分消去処理](処理工程P3, 4, 6)を高速化することが可能である。これにより第1の考察において検討した問題の解消が図れる。

#### 【0109】

すなわち、上記図18の処理により、約50%の高速化を実現することが可能である。例として、三次元モデルより取得される稜線・輪郭線を100本とし、図16におけるIIa、IIb、IIc及びIIdの態様に該当する線分がそれぞれ25本であると仮定する場合、IIb及びIIdの態様におけるそれぞれ25本を瞬時に隠線と判定することが可能である。



## 【0110】

また、図18に従う内部線検出の方法を利用することによりモデル内部を表示した場合に現れる内部線の判定を行うことができるため、図12Cに示すように断面形状にポリゴンを作成することなく内部がソリッド面に見える線画を高速かつ容易に作成することができる。よって、第2の考察における問題を解消することができる。

## 【0111】

また、第3の考察に関して図13A～図13Cについて説明した様に、ある基準面を境界に処理側と非処理側で線分のフォーマットを分け、かつ所定のフォーマットで断面線を出力することでモデル全体の形状と同時に断面形状も把握しやすい線画を高速で得るためには、次の処理手順で行う。

## 【0112】

先ず、三次元モデルを構成するポリゴンがある基準面より処理側に存在するものと非処理側に存在するものにわけると。次いで、断面線と交差するポリゴンは、処理側に存在する部位と非処理側に存在する部位とに分ける。

## 【0113】

処理側にあるポリゴンから稜線・輪郭線を作成し、処理側ポリゴンで隠線処理を行う。これにより、基準面より処理側にある線画を図2、図3の処理フローに従う隠線処理により作成する。同様に、非処理側にあるポリゴンより稜線・輪郭線を作成し、非処理側ポリゴンで図2、図3の処理フローに従い隠線処理を行う。このように作成した、処理側と非処理側の線画を合成し、これに必要な断面線を追加して、図13Cに示すようなモデル全体の形状と同時に断面形状も把握しやすい線画を高速で得る事が可能である。

## 【0114】

すなわち、ポリゴン数 $1.0 \times 10^5$ である三次元モデルから稜線・輪郭線が $1.2 \times 10^5$ 本作成された場合を考える。従来技術では計算量は概算で、

$$(\text{計算量}) \div (1.0 \times 10^5) \times (1.2 \times 10^5) = 1.2 \times 10^{10}$$

本発明による方法では処理側、非処理側にポリゴンが $5.0 \times 10^4$ 個ずつあった場合、また、両側にそれぞれ稜線・輪郭線が $6.0 \times 10^4$ 本ずつ作成され、さらにこの稜線・輪郭線のうち内部線が半分であったとしたケースを仮定したときの計算量は、ポリゴンを基準面で分割する処理および内部線判定に要する計算量が全体と比較して無視できると仮定して

$$(\text{計算量}) \div (5.0 \times 10^4) \times (3.0 \times 10^4) \times 2 = 3.0 \times 10^9$$

と計算量が約75%減少することがわかる。

## 【0115】

さらに、第4の考察に関して、図18に従う内部線検出方法を利用すると、図14Bについて説明したように、部品220の断面形状の奥側にあって部品221と干渉する部品301の干渉部位は内部線として判定されない。よって干渉チェックを行うことなく、干渉部位223を断面形状内部に表示することが可能である。すなわち、断面表示対象部品220の断面形状内部にその部品220と干渉する部品221の構成部分223の線分のみを表示することが可能となり、断面形状内部に干渉部位を表示した2次元線画を高速に作成することが可能である。

## 【0116】

(付記1) 複数のポリゴンから構成される3次元モデルを2次元平面に投影する際に、前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行う陰線処理方法であって、

前記3次元モデルを構成する部品に属する複数のポリゴンのそれぞれに対し、視点座標系において各頂点のZ軸方向成分の最大値 $PZ_{\max}$ を求め、

前記求められた最大値 $PZ_{\max}$ により前記複数のポリゴンを降順にソートし、

前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の2端点のうち視点座標系におけるZ軸方向成分の小さな方の値 $LZ_{\min}$ を求め、

任意の線分の前記求められたZ軸方向成分のうち小さな方の値 $LZ_{\min}$ に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンのZ軸方向成分の最大値 $PZ_{\max}$ とを比較し、

$LZ_{\min} \geq PZ_{\max}$ となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポ

リゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避すること  
ことを特徴とする陰線処理方法。

【0117】

(付記2) 付記1において、

前記任意の部品に属する複数のポリゴンは、それらの法線ベクトルが、前記視点座標系の視点からの視線方向と逆向きの成分を有するものであることを特徴とする陰線処理方法。

【0118】

(付記3) 複数のポリゴンから構成される3次元モデルを2次元平面に投影する際に、前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行う陰線処理方法であって、

3次元モデルを構成する複数のポリゴンのそれぞれを2次元平面に投影する時の投影面積の大きい順に求められた所定数のポリゴンを含む優先ポリゴン群と、陰線判定中の線分が属する部品を構成する複数のポリゴン群に対し、

前記優先ポリゴン群及び、前記部品を構成する複数のポリゴン群の順に、

それぞれのポリゴンに対し、視点座標系において各頂点のZ軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  を求め、

前記求められた最大値  $PZ_{max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートし、

前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の2端点のうち視点座標系におけるZ軸方向成分の小さな方の値  $LZ_{min}$  を求め、

任意の線分の前記求められたZ軸方向成分のうち小さな方の値  $LZ_{min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンのZ軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  とを比較し、

$LZ_{min} \geq PZ_{max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避する

ことを特徴とする陰線処理方法。

【0119】

(付記4) 付記1又は、3において、

前記任意の線分は、それぞれの法線ベクトルの成す角が  $0^\circ$  若しくは  $0^\circ$  近傍にない隣接するポリゴンに共通する一辺であることを特徴とする陰線処理方法。

【0120】

(付記5) 付記1又は、3において、

更に、前記複数のポリゴンのそれぞれを2次元平面に投影したときの、前記ポリゴンの頂点を内包する包含円を定義し、

前記線分が陰線となるか否かの判定が回避されていないポリゴンに対し、前記ポリゴンに対応する包含円内に任意の線分の一部が存在するか否かを判定し、

前記包含円内に任意の線分の一部が存在する場合に、前記2次元平面における線分の陰線部分を消去する

ことを特徴とする陰線処理方法。

【0121】

(付記6) 複数のポリゴンから構成される3次元モデルを2次元平面に投影する際に、前記3次元モデルの内側のみを表示するときに現れる前記3次元モデルの稜線または輪郭線を内部線として特定する方法であって、

前記3次元モデルの稜線または輪郭線を共通辺として持つ2つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルのZ軸方向の値を判断し、

前記法線ベクトルの方向の判断により前記2つのポリゴンの何れの法線ベクトルのZ軸方向の値が、0以下である場合、前記共通辺を内部線と判定する

ことを特徴とする内部線として特定する方法。

【0122】

(付記7) 付記6において、

さらに、前記法線ベクトルの方向の判断により前記2つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルのZ軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記2つのポリゴンのZ軸方向

の位置関係を判定し、

視点側に存在するポリゴンの法線ベクトルが負であるとき、前記共通辺を内部線と判定する

ことを特徴とする内部線を特定する方法。

【0123】

(付記8) 付記6において、

さらに、前記法線ベクトルの方向の判断により前記2つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルのZ軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記2つのポリゴンの一方のポリゴンの辺の一部が、他方のポリゴンに隠される場合であって、更に前記他のポリゴンの法線ベクトルの方向が負であるとき前記共通辺を内部線と判定する

ことを特徴とする内部線として特定する方法。

【0124】

(付記9) 付記1または3において、

前記3次元モデルの稜線または輪郭線を共通辺として持つ2つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルのZ軸方向の値を判断し、

前記法線ベクトルの方向の判断により前記2つのポリゴンの何れの法線ベクトルのZ軸方向の値が、0以下である場合、前記共通辺を内部線と判定し、

前記内部線と判定された線分を前記任意の線分の対象から削除することを特徴とする陰線処理方法。

【0125】

(付記10) 付記9において、

前記任意の部品に属する複数のポリゴンは、それらの法線ベクトルが、前記視点座標系の視点からの視線方向と逆向きの成分を有するものであることを特徴とする陰線処理方法。

【0126】

(付記11) 付記9において、

さらに、前記法線ベクトルの方向の判断により前記2つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルのZ軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記2つのポリゴンの一方のポリゴンの頂点が他方のポリゴン内にあり、且つ前記一方のポリゴンの頂点のZ軸方向の値が、前記他方のポリゴンの頂点のZ軸方向の値より大きく、法線ベクトルの方向が負であるとき前記共通辺を内部線と判定する

ことを特徴とする内部線として特定する方法。

【0127】

(付記12) 付記9において、

さらに、前記法線ベクトルの方向の判断により前記2つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルのZ軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記2つのポリゴンの一方のポリゴンの辺の一部が、他方のポリゴンに隠される場合であって、更に前記他のポリゴンの法線ベクトルの方向が負であるとき前記共通辺を内部線と判定する

ことを特徴とする内部線として特定する方法。

【0128】

(付記13) 複数のポリゴンから構成される3次元モデルの断面を内部が詰まった状態で2次元平面に投影する方法において、

前記3次元モデルの稜線または輪郭線を共通辺として持つ2つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルのZ軸方向の値を判断し、

前記法線ベクトルの方向の判断により前記2つのポリゴンの何れの法線ベクトルのZ軸方向の値が、0以下である場合、前記共通辺を内部線と判定し、

前記判定された内部線を前記2次元平面に投影される線画の表示の対象から削除することにより前記3次元モデルの断面の内部が詰まった状態で表示される様にした

ことを特徴とする投影方法。

【0129】

(付記 14) 付記 13 において、

さらに、前記 2 次元平面に投影される線画の表示の対象から削除される内部線は、前記法線ベクトルの方向の判断により前記 2 つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルの Z 軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記 2 つのポリゴンの一方のポリゴンの頂点が他方のポリゴン内にあり、且つ前記一方のポリゴンの頂点の Z 軸方向の値が、前記他方のポリゴンの頂点の Z 軸方向の値より大きく、法線ベクトルの方向が負であるとき内部線と判定される前記共通辺である

ことを特徴とする投影方法。

#### 【0130】

(付記 15) 付記 13 において、

さらに、前記 2 次元平面に投影される線画の表示の対象から削除される内部線は、前記法線ベクトルの方向の判断により前記 2 つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルの Z 軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記 2 つのポリゴンの一方のポリゴンの辺の一部が、他方のポリゴンに隠される場合であって、更に前記他のポリゴンの法線ベクトルの方向が負であるとき内部線と判定される前記共通辺である

ことを特徴とする投影方法。

#### 【0131】

(付記 16) 複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影して 2 次元画像を生成する情報処理装置であって、

前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行うプログラム及びプログラムデータを格納するメモリと、

前記メモリに格納されたプログラムを読み出し実行するプログラム実行制御手段と、

前記プログラム実行制御手段により実行制御されるプログラムにより生成された 2 次元画像を出力表示する表示装置を有し、

前記プログラム実行制御手段は、前記メモリの格納されたプログラムに従い、プログラムデータに基づき、前記 3 次元モデルを構成する部品に属する複数のポリゴンのそれぞれに対し、視点座標系において各頂点の Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  を求め、

前記求められた最大値  $PZ_{max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートし、

前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の 2 端点のうち視点座標系における Z 軸方向成分の小さな方の値  $LZ_{min}$  を求め、

任意の線分の前記求められた Z 軸方向成分のうち小さな方の値  $LZ_{min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンの Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  とを比較し、更に

$LZ_{min} \geq PZ_{max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避する処理を行う

ことを特徴とする情報処理装置。

#### 【0132】

(付記 17) 付記 16 において、

前記任意の部品に属する複数のポリゴンは、それらの法線ベクトルが、前記視点座標系の視点からの視線方向と逆向きの成分を有するものであることを特徴とする情報処理装置。

#### 【0133】

(付記 18) 複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影して 2 次元画像を生成する情報処理装置であって、

前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行うプログラム及びプログラムデータを格納するメモリと、

前記メモリに格納されたプログラムを読み出し実行するプログラム実行制御手段と、

前記プログラム実行制御手段により実行制御されるプログラムにより生成された 2 次元画像を出力表示する表示装置を有し、

前記プログラム実行制御手段は、前記メモリの格納されたプログラムに従い、プログラ

ムデータに基づき、3次元モデルを構成する複数のポリゴンのそれぞれを2次元平面に投影する時の投影面積の大きい順に求められた所定数のポリゴンを含む優先ポリゴン群と、陰線判定中の線分が属する部品を構成する複数のポリゴン群に対し、

前記優先ポリゴン群及び、前記部品を構成する複数のポリゴン群の順に、

それぞれのポリゴンに対し、視点座標系において各頂点のZ軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  を求め、

前記求められた最大値  $PZ_{max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートし、

前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の2端点のうち視点座標系におけるZ軸方向成分の小さな方の値  $LZ_{min}$  を求め、

任意の線分の前記求められたZ軸方向成分のうち小さな方の値  $LZ_{min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンのZ軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  とを比較し、

$LZ_{min} \geq PZ_{max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避する処理を行う

ことを特徴とする情報処理装置。

#### 【0134】

(付記19) 付記16又は、18において、

前記任意の線分は、それぞれの法線ベクトルの成す角が  $0^\circ$  若しくは  $0^\circ$  近傍にない隣接するポリゴンに共通する一辺であることを特徴とする情報処理装置。

#### 【0135】

(付記20) 付記16又は、18において、

更に、前記プログラムに従い、前記プログラム実行制御手段は、前記複数のポリゴンのそれぞれを2次元平面に投影したときの、前記ポリゴンの頂点を内包する包含円を定義し、

前記線分が陰線となるか否かの判定が回避されていないポリゴンに対し、前記ポリゴンに対応する包含円内に任意の線分の一部が存在するか否かを判定し、

前記包含円内に任意の線分の一部が存在する場合に、前記2次元平面における線分の陰線部分を消去する

ことを特徴とする情報処理装置。

#### 【0136】

(付記21) 複数のポリゴンから構成される3次元モデルを2次元平面に投影して2次元画像を生成する情報処理装置であって、

前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行うプログラム及びプログラムデータを格納するメモリと、

前記メモリに格納されたプログラムを読み出し実行するプログラム実行制御手段と、

前記プログラム実行制御手段により実行制御されるプログラムにより生成された2次元画像を出力表示する表示装置を有し、

前記プログラム実行制御手段は、前記プログラムに従い、前記プログラムデータに基づき、複数のポリゴンから構成される3次元モデルを2次元平面に投影する際に、前記3次元モデルの内側のみを表示するときに現れる前記3次元モデルの稜線または輪郭線を内部線として特定するために、

前記3次元モデルの稜線または輪郭線を共通辺として持つ2つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルのZ軸方向の値を判断し、

前記法線ベクトルの方向の判断により前記2つのポリゴンの何れの法線ベクトルのZ軸方向の値が、0以下である場合、前記共通辺を内部線と判定する

ことを特徴とする情報処理装置。

#### 【0137】

(付記22) 付記21において、

さらに、前記プログラム実行制御手段は、前記プログラムに従い、前記法線ベクトルの方向の判断により前記2つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルのZ軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記2つのポリゴンのZ軸方向の位置関係を判定し、

視点側に存在するポリゴンの法線ベクトルが負であるとき、前記共通辺を内部線と判定することを特徴とする情報処理装置。

【0138】

(付記23) 付記22において、

さらに、前記法線ベクトルの方向の判断により前記2つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルのZ軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記2つのポリゴンの一方のポリゴンの辺の一部が、他方のポリゴンに隠される場合であって、更に前記他のポリゴンの法線ベクトルの方向が負であるとき前記共通辺を内部線と判定する

ことを特徴とする情報処理装置。

【0139】

(付記24) 付記16または18において、

さらに、前記プログラム実行制御手段は、前記プログラムに従い、前記3次元モデルの稜線または輪郭線を共通辺として持つ2つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルのZ軸方向の値を判断し、

前記法線ベクトルの方向の判断により前記2つのポリゴンの何れの法線ベクトルのZ軸方向の値が、0以下である場合、前記共通辺を内部線と判定し、

前記内部線と判定された線分を前記任意の線分の対象から削除することを特徴とする情報処理装置。

【0140】

(付記25) 付記24において、

前記任意の部品に属する複数のポリゴンは、それらの法線ベクトルが、前記視点座標系の視点からの視線方向と逆向きの成分を有するものであることを特徴とする情報処理装置。

【0141】

(付記26) 付記24において、

さらに、前記プログラム実行制御手段は、前記プログラムに従い、前記法線ベクトルの方向の判断により前記2つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルのZ軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記2つのポリゴンの一方のポリゴンの頂点が他方のポリゴン内にあり、且つ前記一方のポリゴンの頂点のZ軸方向の値が、前記他方のポリゴンの頂点のZ軸方向の値より大きく、法線ベクトルの方向が負であるとき前記共通辺を内部線と判定することを特徴とする情報処理装置。

【0142】

(付記27) 付記24において、

さらに、前記法線ベクトルの方向の判断により前記2つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルのZ軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記2つのポリゴンの一方のポリゴンの辺の一部が、他方のポリゴンに隠される場合であって、更に前記他のポリゴンの法線ベクトルの方向が負であるとき前記共通辺を内部線と判定する

ことを特徴とする情報処理装置。

【0143】

(付記28) 複数のポリゴンから構成される3次元モデルを2次元平面に投影して2次元画像を生成する情報処理装置であって、

前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行うプログラム及びプログラムデータを格納するメモリと、

前記メモリに格納されたプログラムを読み出し実行するプログラム実行制御手段と、

前記プログラム実行制御手段により実行制御されるプログラムにより生成された2次元画像を出力表示する表示装置を有し、

前記プログラム実行制御手段は、前記プログラムに従い、前記プログラムデータに基づき、前記3次元モデルの稜線または輪郭線を共通辺として持つ2つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルのZ軸方向の値を判断し、

前記法線ベクトルの方向の判断により前記2つのポリゴンの何れの法線ベクトルのZ軸

方向の値が、0 以下である場合、前記共通辺を内部線と判定し、

前記判定された内部線を前記 2 次元平面に投影される線画の表示の対象から削除することにより前記 3 次元モデルの断面の内部が詰まった状態で表示される様にしたことを特徴とする情報処理装置。

【0144】

(付記 29) 付記 28 において、

さらに、前記 2 次元平面に投影される線画の表示の対象から削除される内部線は、前記法線ベクトルの方向の判断により前記 2 つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルの Z 軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記 2 つのポリゴン的一方のポリゴンの頂点が他方のポリゴン内にあり、且つ前記一方のポリゴンの頂点の Z 軸方向の値が、前記他方のポリゴンの頂点の Z 軸方向の値より大きく、法線ベクトルの方向が負であるとき内部線と判定される前記共通辺であることを特徴とする情報処理装置。

【0145】

(付記 30) 付記 29 において、

さらに、前記 2 次元平面に投影される線画の表示の対象から削除される内部線は、前記法線ベクトルの方向の判断により前記 2 つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルの Z 軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記 2 つのポリゴン的一方のポリゴンの辺の一部が、他方のポリゴンに隠される場合であって、更に前記他のポリゴンの法線ベクトルの方向が負であるとき内部線と判定される前記共通辺であることを特徴とする情報処理装置。

【0146】

(付記 31) 複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影して 2 次元画像を生成する情報処理装置において実行制御され、前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行うプログラムであって、

プログラム実行制御手段に、メモリに格納されたプログラムデータに基づき、3 次元モデルを構成する部品に属する複数のポリゴンのそれぞれに対し、視点座標系において各頂点の Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  を求めさせ、

前記求められた最大値  $PZ_{max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートさせ、

前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の 2 端点のうち視点座標系における Z 軸方向成分の小さな方の値  $LZ_{min}$  を求めさせ、

任意の線分の前記求められた Z 軸方向成分のうち小さな方の値  $LZ_{min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンの Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  とを比較させ、更に、

$LZ_{min} \geq PZ_{max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避する処理を行わせる

ことを特徴とするプログラム。

【0147】

(付記 32) 付記 31 において、

前記任意の部品に属する複数のポリゴンは、それらの法線ベクトルが、前記視点座標系の視点からの視線方向と逆向きの成分を有するものであることを特徴とするプログラム。

【0148】

(付記 33) 複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影して 2 次元画像を生成する情報処理装置において実行制御され、前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行うプログラムであって、

プログラム実行制御手段に、メモリから読み出されるプログラムデータに基づき、3 次元モデルを構成する複数のポリゴンのそれぞれを 2 次元平面に投影する時の投影面積の大きい順に求められた所定数のポリゴンを含む優先ポリゴン群と、陰線判定中の線分が属する部品を構成する複数のポリゴン群に対し、前記優先ポリゴン群及び、前記部品を構成する複数のポリゴン群の順に、それぞれのポリゴンに対し、視点座標系において各頂点の Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{max}$  を求めさせ、

前記求められた最大値  $PZ_{\max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートさせ、  
前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の 2 端点のうち視点座標系における Z 軸方向成分の小さな方の値  $LZ_{\min}$  を求めさせ、

任意の線分の前記求められた Z 軸方向成分のうち小さな方の値  $LZ_{\min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンの Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{\max}$  とを比較し、

$LZ_{\min} \geq PZ_{\max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避する処理を行わすことを特徴とするプログラム。

【0149】

(付記 34) 付記 31 又は、33 において、

前記任意の線分は、それぞれの法線ベクトルの成す角が  $0^\circ$  若しくは  $0^\circ$  近傍にない隣接するポリゴンに共通する一辺であることを特徴とするプログラム。

【0150】

(付記 35) 付記 31 又は、33 において、

更に、前記プログラム実行制御手段に、前記複数のポリゴンのそれぞれを 2 次元平面に投影したときの、前記ポリゴンの頂点を内包する包含円を定義させ、

前記線分が陰線となるか否かの判定が回避されていないポリゴンに対し、前記ポリゴンに対応する包含円内に任意の線分の一部が存在するか否かを判定させ、

前記包含円内に任意の線分の一部が存在する場合に、前記 2 次元平面における線分の陰線部分を消去させる

ことを特徴とするプログラム。

【0151】

(付記 36) 複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影して 2 次元画像を生成する情報処理装置において実行制御され、前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行うプログラムであって、

前記プログラム実行制御手段に、メモリから読み出されるプログラムデータに基づき、複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影する際に、前記 3 次元モデルの内側のみを表示するときに現れる前記 3 次元モデルの稜線または輪郭線を内部線として特定するために、

前記 3 次元モデルの稜線または輪郭線を共通辺として持つ 2 つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルの Z 軸方向の値を判断させ、

前記法線ベクトルの方向の判断により前記 2 つのポリゴンの何れの法線ベクトルの Z 軸方向の値が、0 以下である場合、前記共通辺を内部線と判定させる

ことを特徴とするプログラム。

【0152】

(付記 37) 付記 36 において、

さらに、前記プログラム実行制御手段に、前記法線ベクトルの方向の判断により前記 2 つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルの Z 軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記 2 つのポリゴンの Z 軸方向の位置関係を判定させ、

視点側に存在するポリゴンの法線ベクトルが負であるとき、前記共通辺を内部線と判定させることを特徴とするプログラム。

【0153】

(付記 38) 付記 37 において、

さらに、前記法線ベクトルの方向の判断により前記 2 つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルの Z 軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記 2 つのポリゴンの一方のポリゴンの辺の一部が、他方のポリゴンに隠される場合であって、更に前記他のポリゴンの法線ベクトルの方向が負であるとき前記共通辺を内部線と判定させる

ことを特徴とするプログラム。

【0154】

(付記 39) 付記 31 または 33 において、



さらに、前記プログラム実行制御手段に対し、前記 3 次元モデルの稜線または輪郭線を共通辺として持つ 2 つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルの Z 軸方向の値を判断させ、

前記法線ベクトルの方向の判断により前記 2 つのポリゴンの何れの法線ベクトルの Z 軸方向の値が、0 以下である場合、前記共通辺を内部線と判定させ、

前記内部線と判定された線分を前記任意の線分の対象から削除させることを特徴とするプログラム。

【0155】

(付記 4 0) 付記 3 9 において、

前記任意の部品に属する複数のポリゴンは、それらの法線ベクトルが、前記視点座標系の視点からの視線方向と逆向きの成分を有するものであることを特徴とするプログラム。

【0156】

(付記 4 1) 付記 3 9 において、

さらに、前記プログラム実行制御手段に、前記法線ベクトルの方向の判断により前記 2 つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルの Z 軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記 2 つのポリゴンの一方のポリゴンの頂点が他方のポリゴン内にあり、且つ前記一方のポリゴンの頂点の Z 軸方向の値が、前記他方のポリゴンの頂点の Z 軸方向の値より大きく、法線ベクトルの方向が負であるとき前記共通辺を内部線と判定させることを特徴とするプログラム。

【0157】

(付記 4 2) 付記 3 9 において、

さらに、前記法線ベクトルの方向の判断により前記 2 つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルの Z 軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記 2 つのポリゴンの一方のポリゴンの辺の一部が、他方のポリゴンに隠される場合であって、更に前記他のポリゴンの法線ベクトルの方向が負であるとき前記共通辺を内部線と判定させることを特徴とするプログラム。

【0158】

(付記 4 3) 複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影して 2 次元画像を生成する情報処理装置において実行制御され、前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行うプログラムであって、

プログラム実行制御手段に、メモリから読み出されるプログラムデータに基づき、前記 3 次元モデルの稜線または輪郭線を共通辺として持つ 2 つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルの Z 軸方向の値を判断させ、

前記法線ベクトルの方向の判断により前記 2 つのポリゴンの何れの法線ベクトルの Z 軸方向の値が、0 以下である場合、前記共通辺を内部線と判定させ、

前記判定された内部線を前記 2 次元平面に投影される線画の表示の対象から削除することにより前記 3 次元モデルの断面の内部が詰まった状態で表示される

ことを特徴とするプログラム。

【0159】

(付記 4 4) 付記 4 3 において、

さらに、前記 2 次元平面に投影される線画の表示の対象から削除される内部線は、前記法線ベクトルの方向の判断により前記 2 つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルの Z 軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記 2 つのポリゴンの一方のポリゴンの頂点が他方のポリゴン内にあり、且つ前記一方のポリゴンの頂点の Z 軸方向の値が、前記他方のポリゴンの頂点の Z 軸方向の値より大きく、法線ベクトルの方向が負であるとき内部線と判定される前記共通辺であることを特徴とするプログラム。

【0160】

(付記 4 5) 付記 4 4 において、

さらに、前記 2 次元平面に投影される線画の表示の対象から削除される内部線は、前記法線ベクトルの方向の判断により前記 2 つのポリゴンのそれぞれに属する法線ベクトルの

Z軸方向の値の正負符号が異なる場合で、前記2つのポリゴンの一方のポリゴンの辺の一部が、他方のポリゴンに隠される場合であって、更に前記他のポリゴンの法線ベクトルの方向が負であるとき内部線と判定される前記共通辺であることを特徴とするプログラム。

【産業上の利用可能性】

【0161】

以上図面に従い説明したように、本発明は、3次元CADおよび機構シミュレータにより、製品の形状認識など、仮想3次元空間座標データを有するモデルとして扱う際の処理データ量を削減することが可能である。これにより、3次元CADおよび機構シミュレータにおける処理速度の高速化を図ることが可能である。よって、産業上寄与するところが大である。

【図面の簡単な説明】

【0162】

【図1】本発明の3次元画像データの2次元データへの変換における陰線処理方法を実施するCAD装置の構成例ブロック図である。

【図2】本発明の陰線処理方法の処理過程を示すフロー図である。

【図3】図2におけるポリゴン群により1線分を消去する処理フローである。

【図4】3次元モデルを構成する要素をツリー状に分解して示す図である。

【図5】2次元平面10にポリゴンを投影したときに、表面が視線方向に対向するポリゴンのみを選択する方法を説明する図である。

【図6】投影面積及び、包含円を説明する図である。

【図7】ポリゴンのZ軸方向のソートの様子を示す図である。

【図8】線分の選択方法を説明する図(その1)である。

【図9】線分の選択方法を説明する図(その2)である。

【図10】図2における線分Lとポリゴンの位置関係の判定処理(処理工程P10)を説明する図である。

【図11】ポリゴンを内包する包含円16の外部に線分Lが存在する場合の例を説明する図である。

【図12A】片側を非表示にする断面表示機能を説明する図(その1)である。

【図12B】片側を非表示にする断面表示機能を説明する図(その2)である。

【図12C】片側を非表示にする断面表示機能を説明する図(その3)である。

【図13A】三次元モデルを任意の方向から線画へ投影する場合に基準面より処理側を破線などの所定の形式で出力する処理を説明する図(その1)である。

【図13B】三次元モデルを任意の方向から線画へ投影する場合に基準面より処理側を破線などの所定の形式で出力する処理を説明する図(その2)である。

【図13C】三次元モデルを任意の方向から線画へ投影する場合に基準面より処理側を破線などの所定の形式で出力する処理を説明する図(その3)である。

【図14A】三次元モデル上に別のモデルが干渉する場合の表示を説明する図(その1)である。

【図14B】三次元モデル上に別のモデルが干渉する場合の表示を説明する図(その2)である。

【図15】三次元モデルにおける稜線・輪郭線及び内部線を説明する図である。

【図16】ポリゴンの有する法線ベクトルの向きx、yを説明する図である。

【図17】一辺を共通にする隣接ポリゴンを一般化して表す図である。

【図18】本発明の特徴とする部品モデルを構成する線分が内部線であるか否かを判断する処理フローを示す図である。

【図19】図18の処理の位置づけを実施例として示す図である。

【図20】図15のモデルに対応して示される図20の透視図である。

【符号の説明】

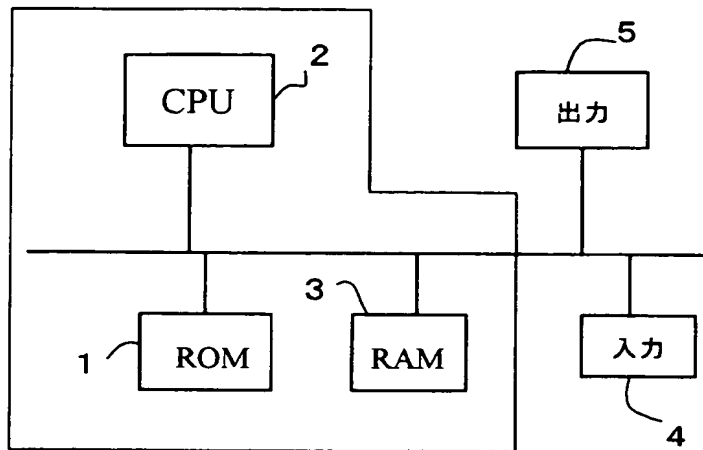
【0163】

1 ROM

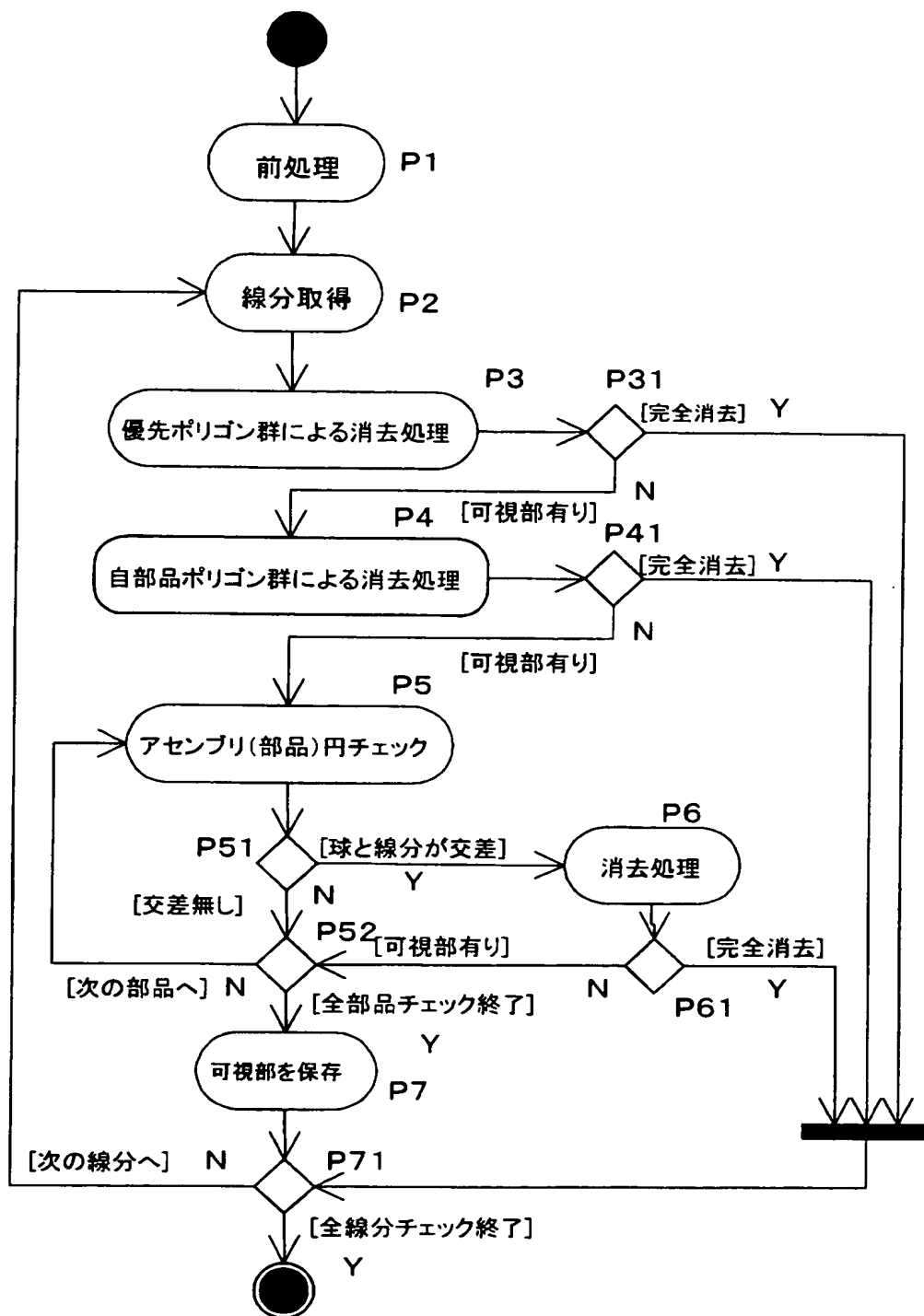
2 CPU  
3 RAM  
4 入力手段  
5 出力手段  
1 0 0 C D R O M 装置  
1 1 0、1 2 0 アセンブリ部品  
1 1 1 - 1 1 3, 1 2 1, 1 2 2 最小単位部品

【書類名】 図面

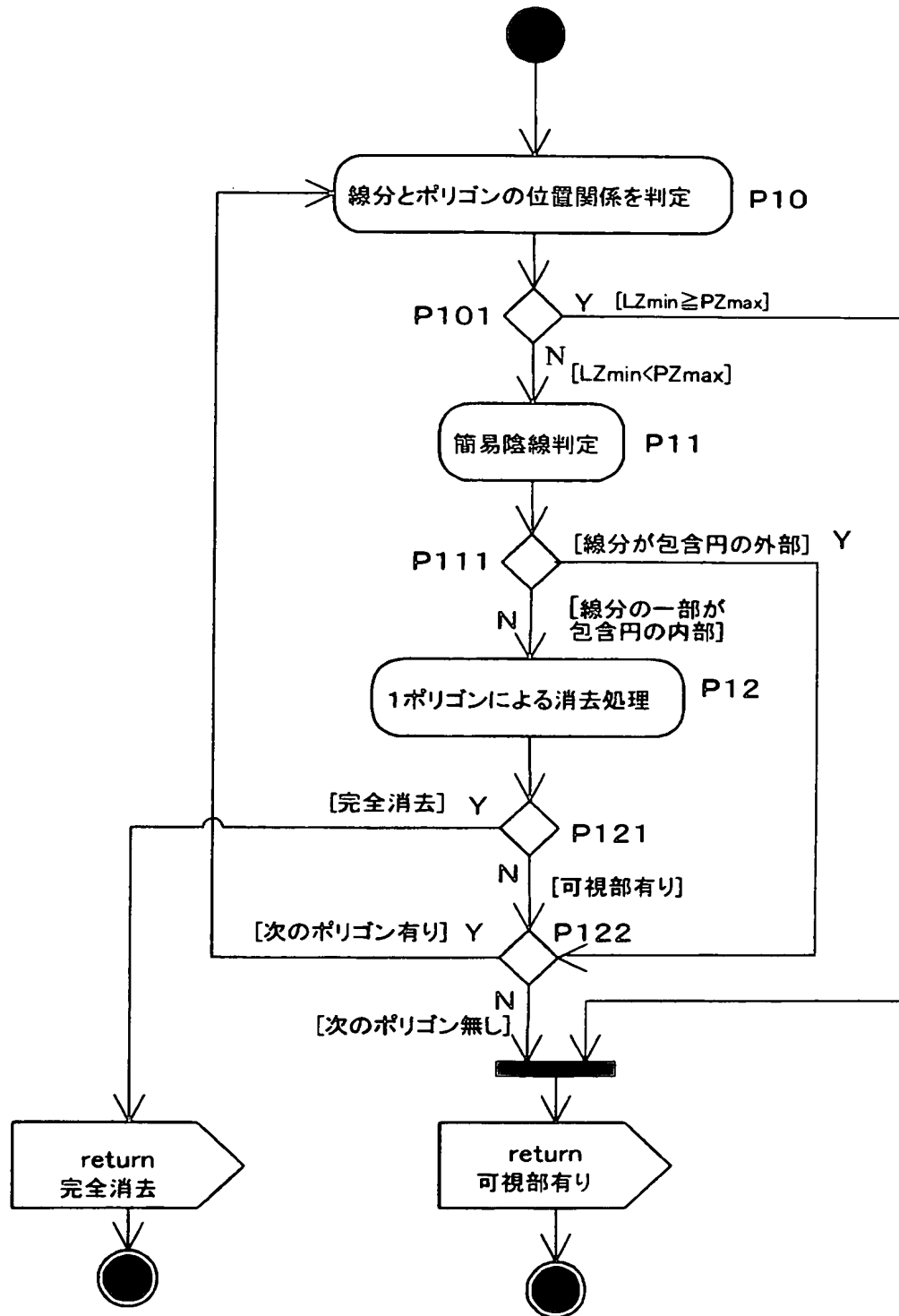
【図 1】



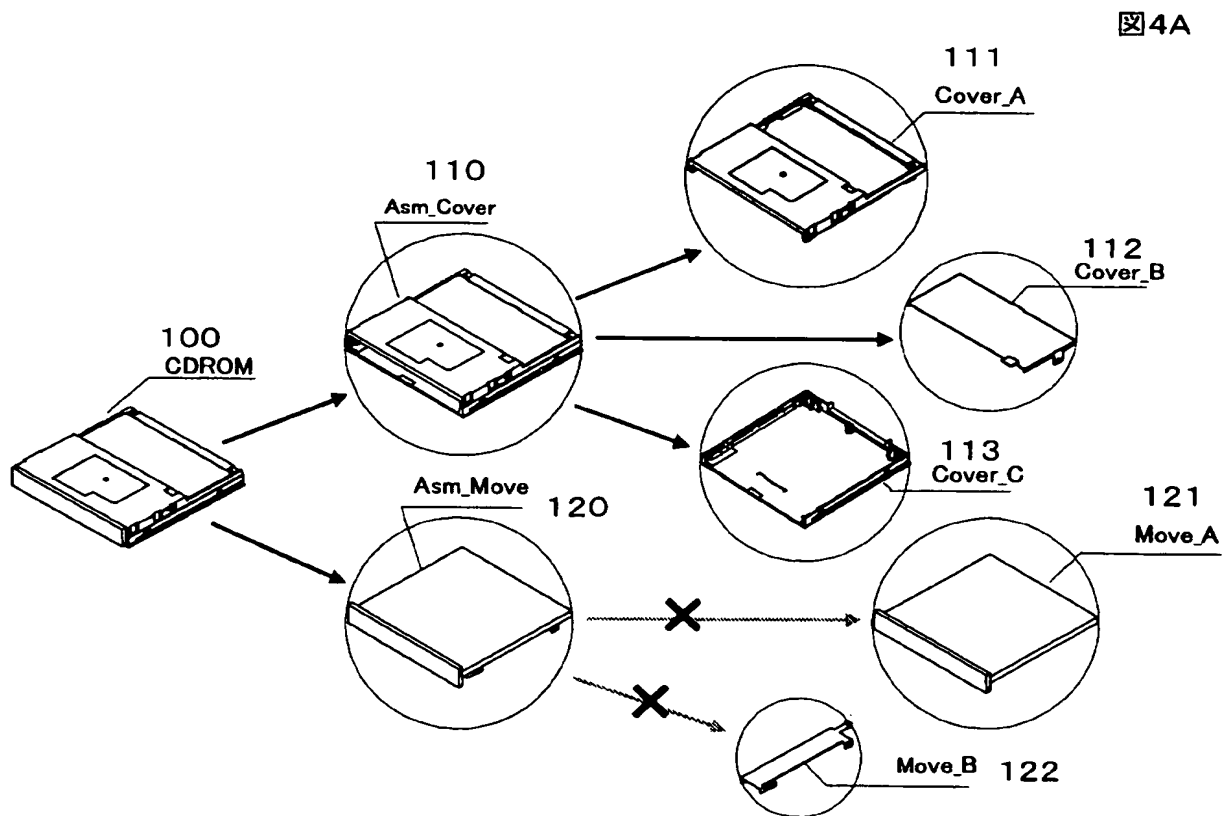
【図 2】



【図 3】

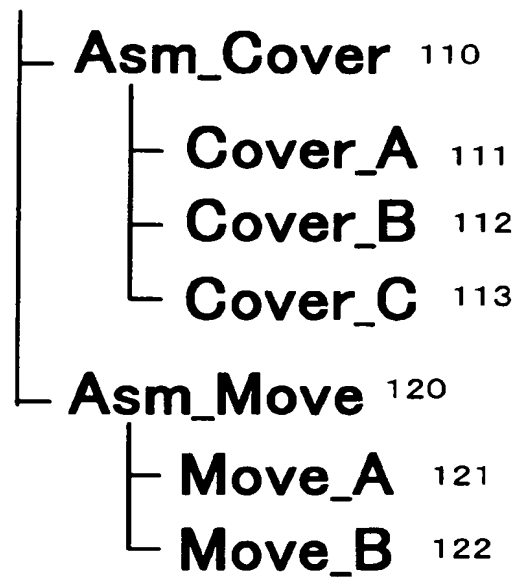


【図 4】

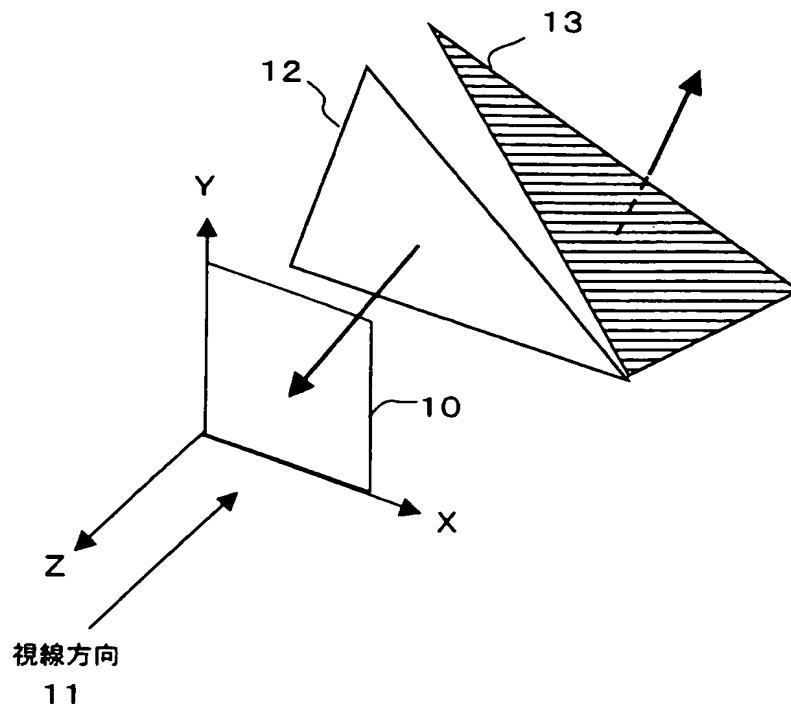


CDROM 100

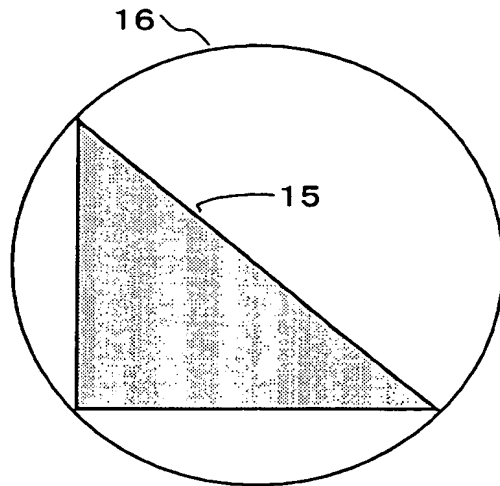
図4B



【図 5】

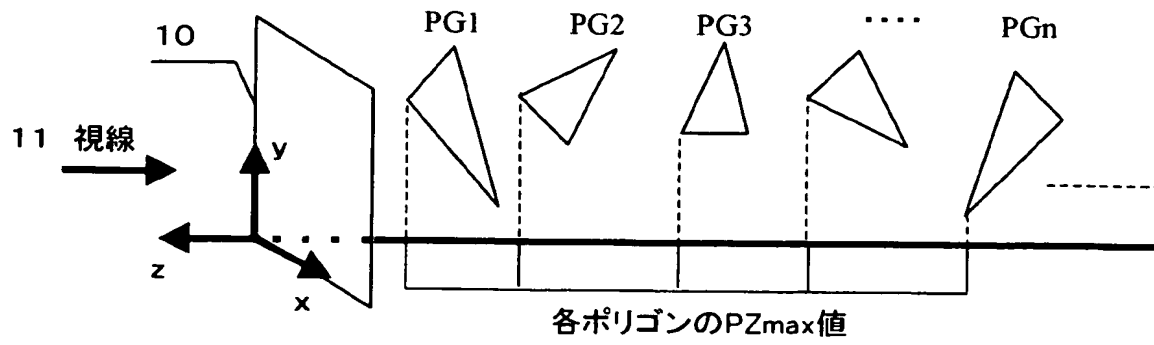


【図 6】

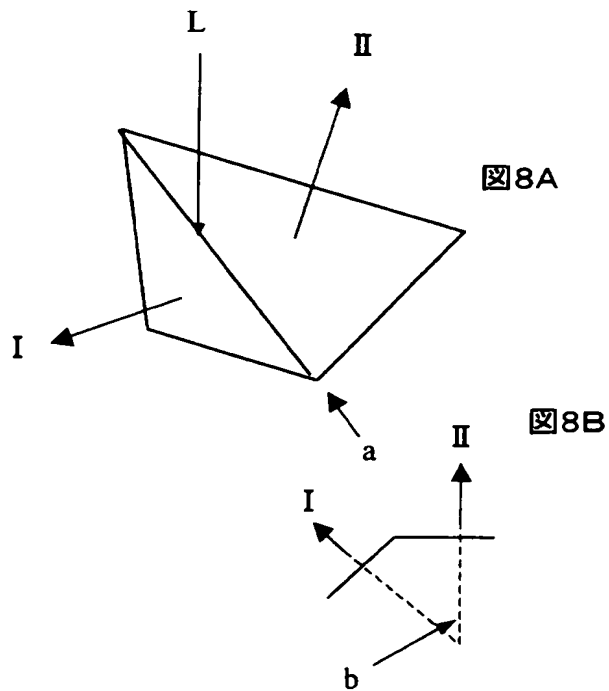




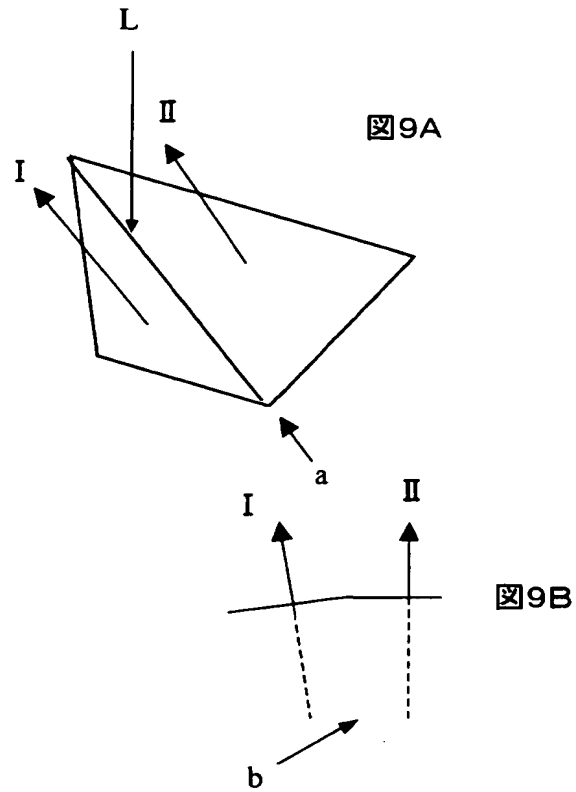
【図 7】



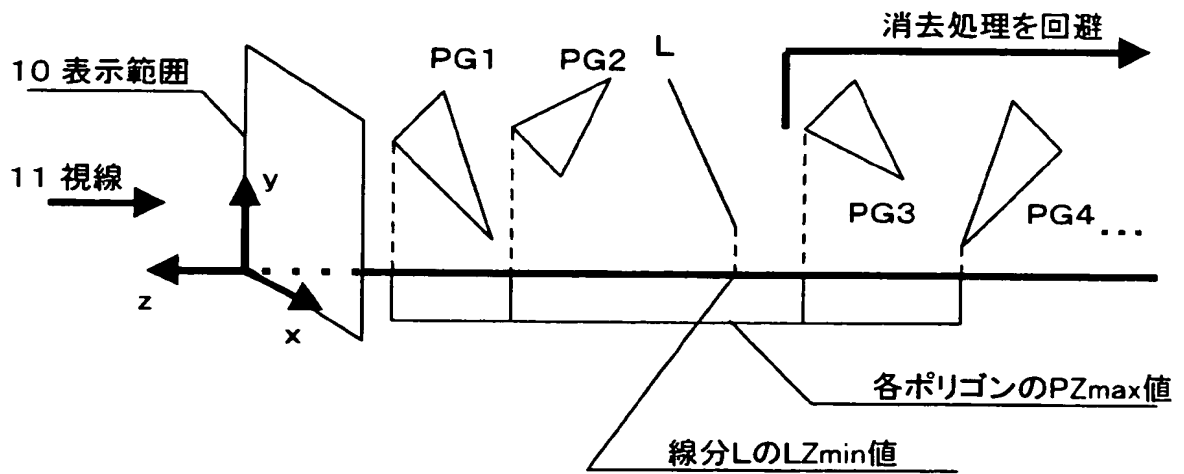
【図 8】



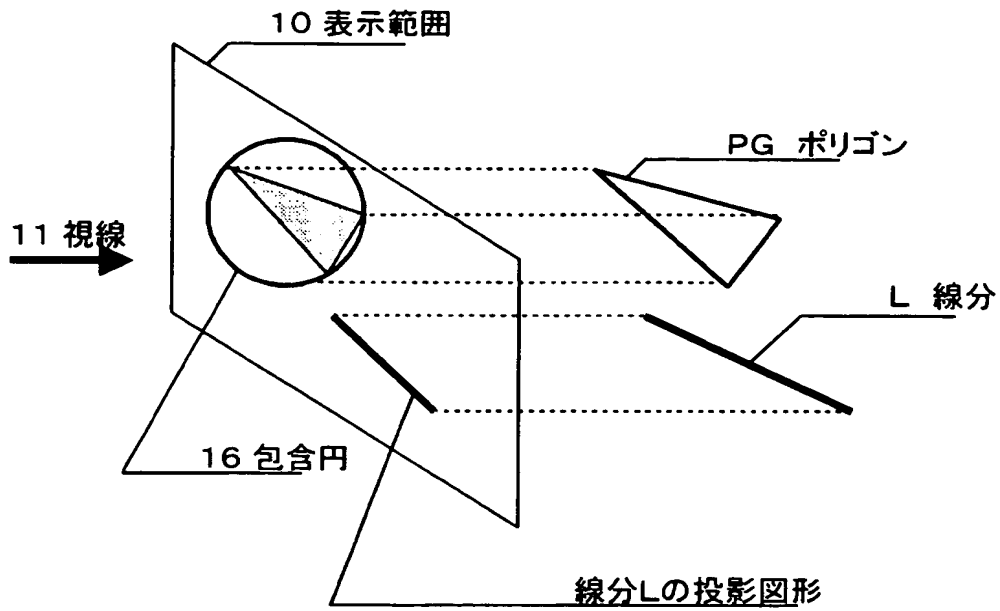
【図 9】



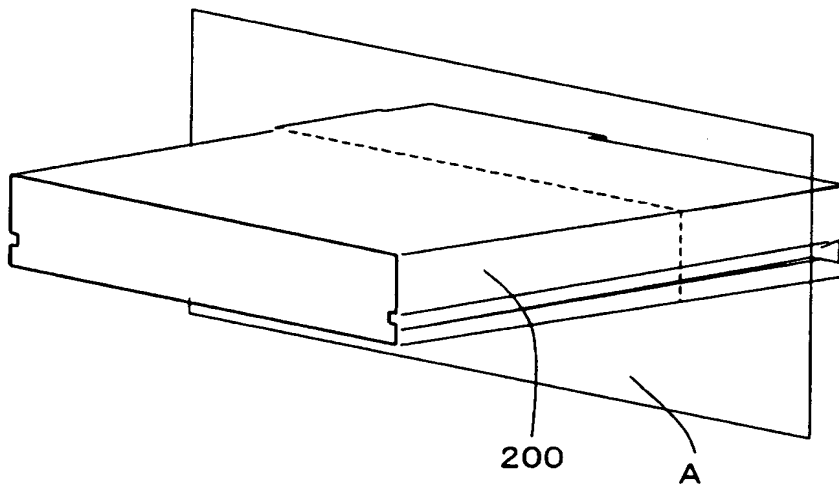
【図 10】



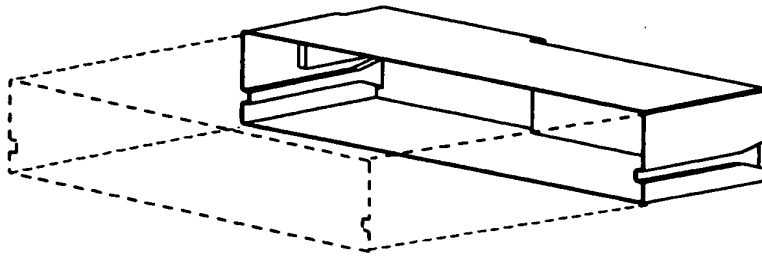
【図 1 1】



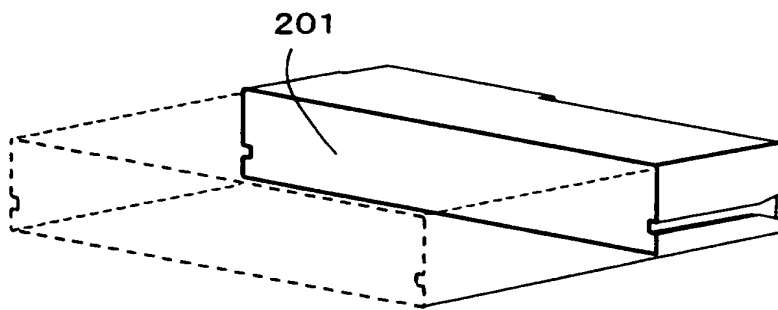
【図 1 2 A】



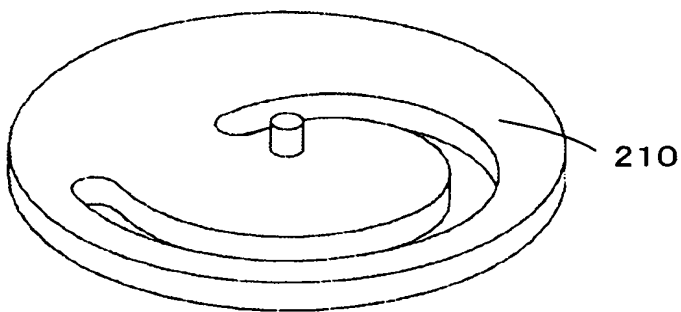
【図 12 B】



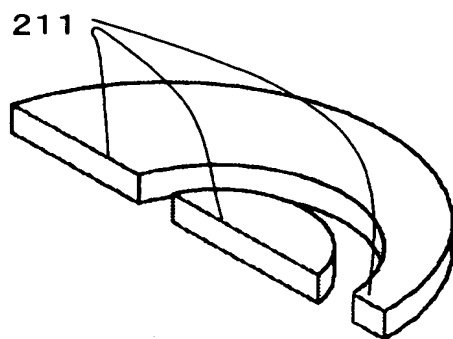
【図 12 C】



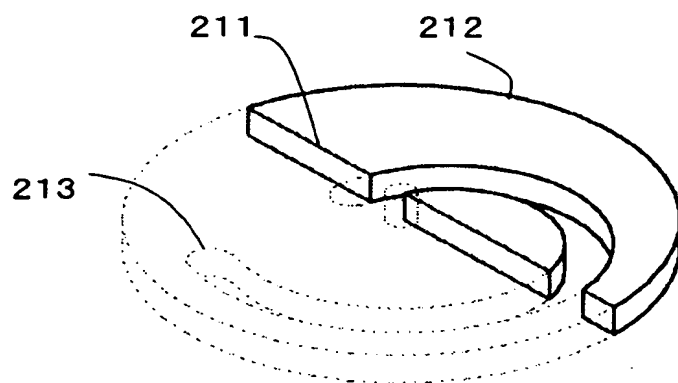
【図 13 A】



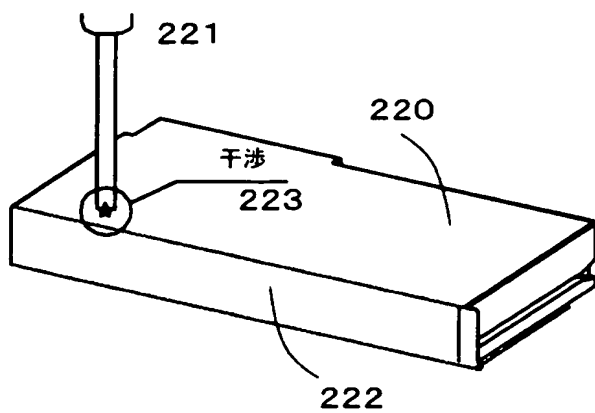
【図 13 B】



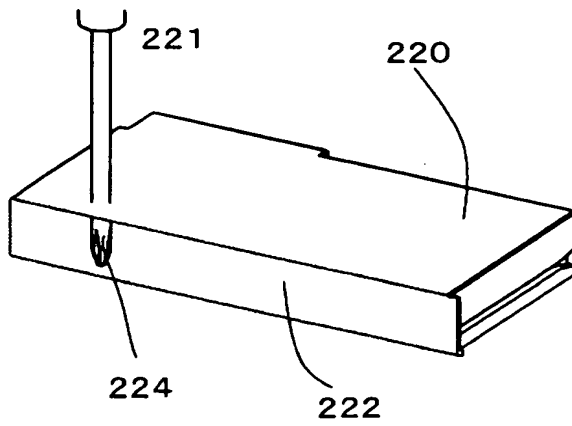
【図 13 C】



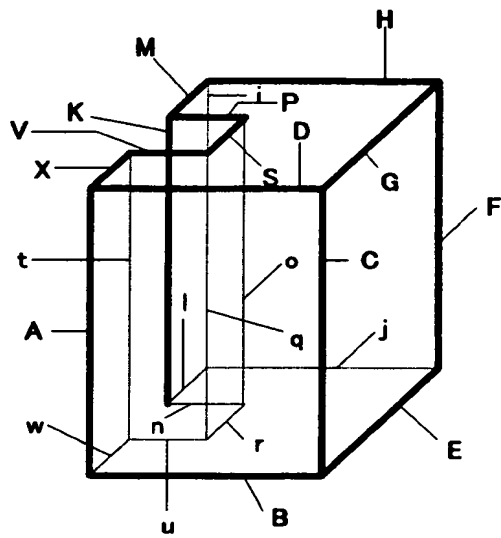
【図 14 A】



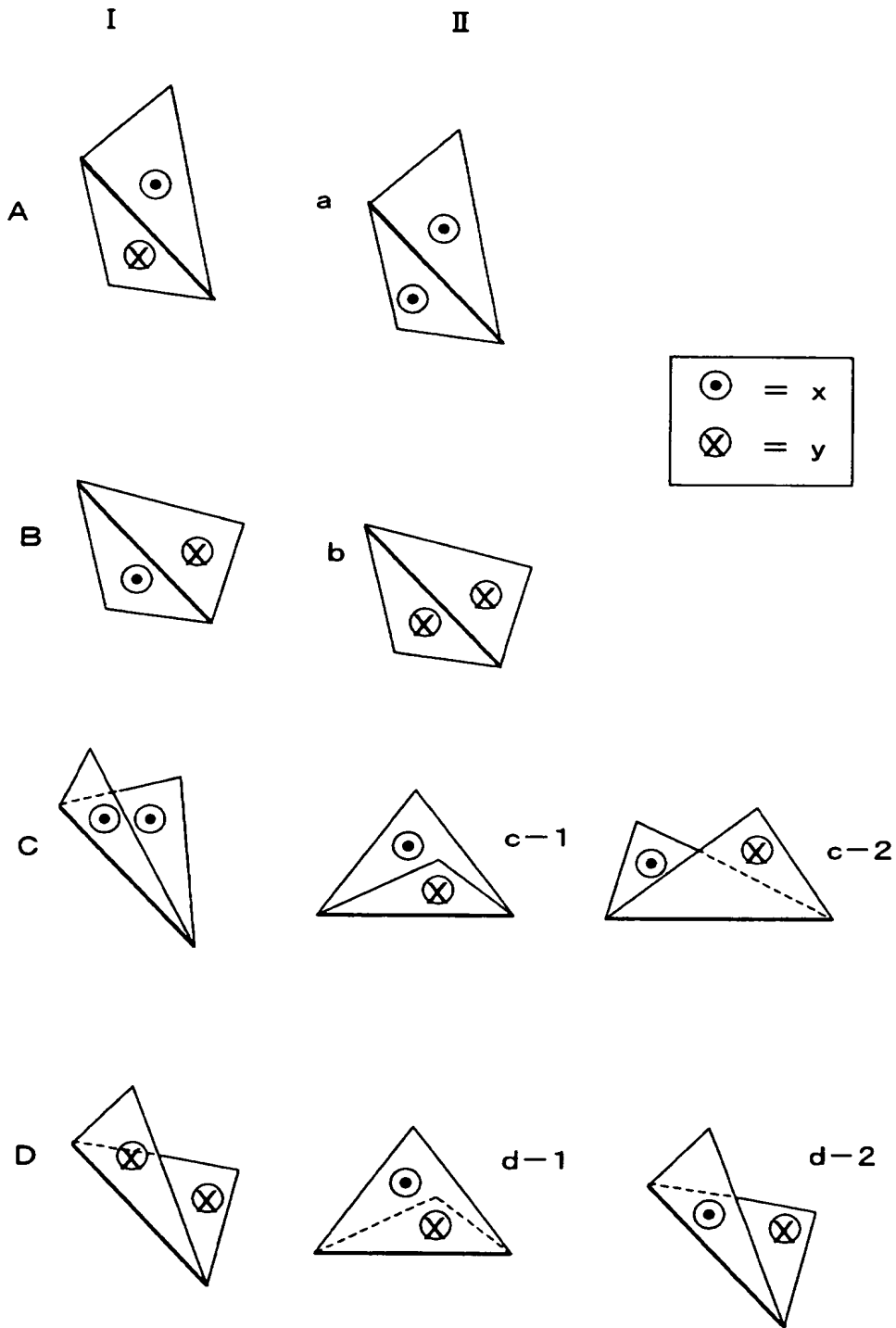
【図 14 B】



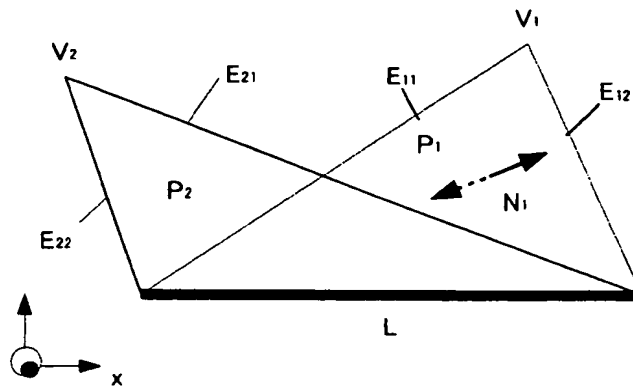
【図 15】



【図 16】

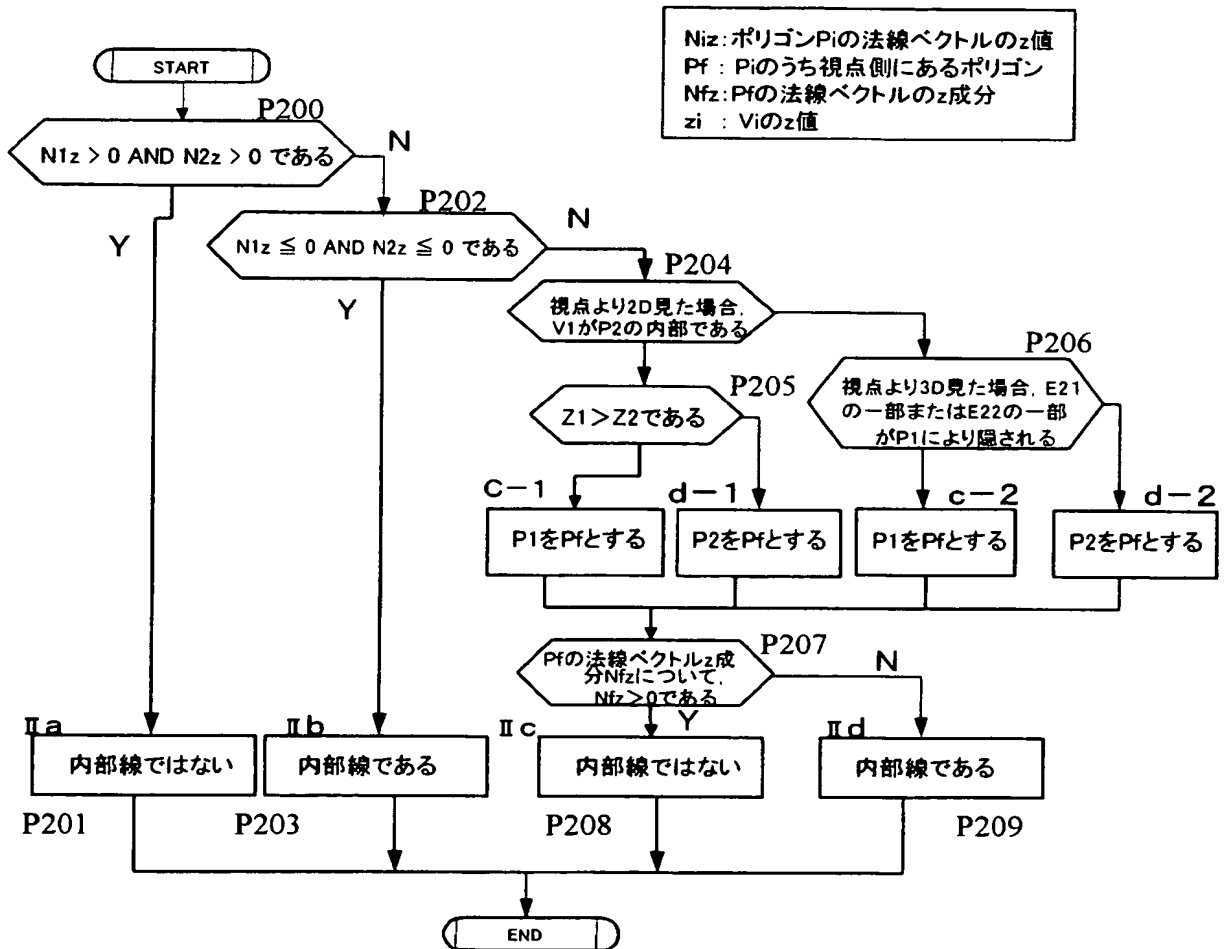


【図 17】



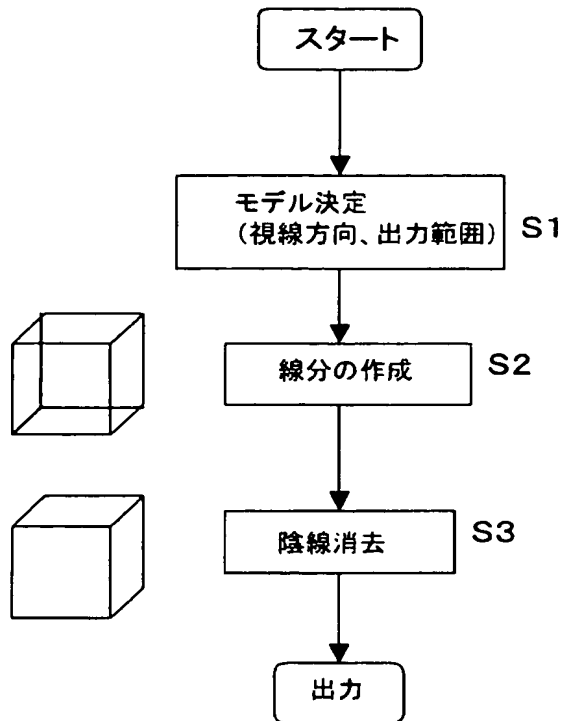
L : 稜線・輪郭線  
 Pi : 稜線・輪郭線を辺に持つポリゴン  
 Ni : Piの法線ベクトル  
 Vi : 稜線・輪郭線の端点ではないPiの頂点  
 Eij : 稜線・輪郭線ではないPiの辺

【図 18】

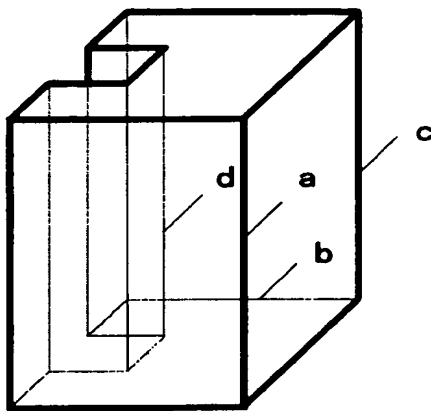




【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ポリゴンに隠れる線分の表示を禁止する陰線処理における高速化を図り、全処理の時間を大幅に削減する。

【解決手段】 複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影する際に、前記ポリゴンに隠される線分の投影を回避する処理を行う陰線処理方法であって、前記 3 次元モデルを構成する任意の部品に属する複数のポリゴンのそれぞれに対し、視点座標系において各頂点の Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{\max}$  を求め、前記求められた最大値  $PZ_{\max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートし、前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の 2 端点のうち視点座標系における Z 軸方向成分の小さな方の値  $LZ_{\min}$  を求め、任意の線分の前記求められた Z 軸方向成分のうち小さな方の値  $LZ_{\min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンの Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{\max}$  とを比較し、 $LZ_{\min} \geq PZ_{\max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避する。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 4 - 0 2 2 8 1 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 2 2 3 ]

1. 変更年月日 1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名 富士通株式会社